



**Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROJECTE FI DE CARRERA

TÍTOL: Disseny i Implementació d'un sistema automatitzat d'enganxat de targetes

AUTOR: Jaume Gallego Lleixà

TITULACIÓ: Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Electrònica Industrial

DIRECTOR: Daniel M. Rodríguez Martín

PONENT: Andreu Català i Mallofré

DEPARTAMENT: Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial

DATA: Juny de 2013

TÍTOL: Disseny i Implementació d'un sistema automatitzat d'enganxat de targetes

COGNOMS: GALLEGO LLEIXÀ

NOM: JAUME

TITULACIÓ: Enginyeria Tècnica Industrial

ESPECIALITAT: Electrònica Industrial

PLA: 95

DIRECTOR: Daniel M. Rodríguez Martín

PONENT: Andreu Català i Mallofré

DEPARTAMENT: Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial

QUALIFICACIÓ DEL PFC

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCAL

DATA DE LECTURA:

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: ■ Sí □ No

PROJECTE FI DE CARRERA

RESUM (màxim 50 línies)

El projecte consisteix en dissenyar i implementar un sistema automàtic per a optimitzar un procés d'enganxat de diferents tipus de targetes amb un punt de cola sobre paper en diversos formats.

La solució s'ha desenvolupat en el marc industrial proposat per l'empresa NTI Figueras S.L. atès que estava perdent comandes davant de la seva competència. El sistema anterior no oferia competitivitat al mercat i es va proposar implementar un nou sistema. El sistema implementat és el resultat de la millora en prestacions i possibilitats d'un prototip inicial on només s'enganxaven les targetes mitjançant un punt de cola en un paper de mides variables.

S'ha dissenyat un sistema que a través d'una cinta de desplaçament accionada per un servomotor, transporta els papers per els diferents mòduls de la màquina, on es van aplicant diferents operacions.

Sobre d'aquesta cinta, s'aplica un punt de cola amb un capçal aplicador de punt de Hotmelt. Mitjançant tres rails que permeten processar targetes de 0.76mm de gruix, targetes de 0.50mm de gruix i targetes clauer.

Una vegada s'ha processat la targeta, surt de la cinta de desplaçament i entra en un mòdul que té la funció de doblegar el paper per un punt i dipositar-ho a la cinta de sortida apilat per a la recollida de l'operari.

Una de les millores realitzades, és la implementació d'un sistema comparador de codis de barres que associa la targeta amb el seu paper corresponent en cas de que estiguin personalitzades.

S'ha dissenyat i implementat un panell de comandaments amb una pantalla des de on es poden modificar tots els paràmetres i configuracions de la màquina

Tots els elements elèctrics de la màquina, així com el servomotor, els motors a través de variadors de freqüència, les electrovàlvules dels pistons pneumàtics i tots els sensors, estan connectats a un PLC que mitjançant les seves entrades i sortides digitals controla tot el sistema. La programació de la màquina s'ha realitzat amb el programa RSLogix5000 amb llenguatge de contactes Ladder.

S'han realitzat els estudis i les implementacions apropiades al sistema per a poder complir la normativa de seguretat.

El bon funcionament de la màquina ha suposat que les inversions s'hagin amortitzat ràpidament i l'empresa sol·licitant del sistema pugui entrar ara mateix en comandes on abans no tenia prou competitivitat.

Paraules clau (màxim 10)

PLC	Pneumàtica	Hotmelt	Servomotor
Ladder			

Índex

PART I MEMÒRIA

1.	Introducció	11
1.1	Motivació i Justificació	12
1.2	Antecedents/Estat de l'art	12
1.3	Objectius	13
2.	Funcionalitat general de la màquina.....	15
2.1	Idea inicial.....	15
2.2	Funcionalitat del plantejament final.....	16
2.3	Productes acabats	18
3.	Descripció mecànica	21
3.1	Cinta de desplaçament.....	21
3.2	Dispensador de paper	22
3.3	Dispensador de cola	24
3.4	Dispensador de targetes.....	26
3.5	Sistema de plegat.....	28
4.	Elements elèctrics i electrònics	31
4.1	Introducció	31
4.2	PLC	31
4.3	Motor.....	33
4.4	Lectors de codis de barres	34
4.5	Pantalla d'interacció amb l'operari	36
4.6	Sensors	37
4.7	Quadre elèctric	38
4.8	Proteccions	39
4.8.1	Interruptor general.....	39
4.8.2	Interruptor diferencial	39
4.8.3	Magneto tèrmic	40
4.8.4	Protecció del Motor.....	41
4.9	Electrovàlvules pneumàtiques.....	42
5.	PLC	43
5.1	Introducció	43
5.2	Entrades Digitals	45
5.3	Sortides digitals.....	50
5.4	Ports sèrie.....	53

6.	Programari.....	55
6.1	Diagrama de flux.....	55
6.2	Interacció amb l'usuari.....	56
6.3	Grafcet.....	62
6.3.1	Punt de cola.....	62
6.3.2	Aplicació de targeta.....	63
6.3.3	Plegador.....	64
6.4	Programa definitiu.....	65
6.4.1	Eina de programació.....	65
6.4.2	Llenguatge de programació.....	66
6.4.3	Rutines principals.....	67
7.	Aspectes mediambientals.....	72
8.	Seguretat.....	73
9.	Estudi econòmic i pressupost.....	76
9.1	Estudi econòmic del sistema.....	76
9.2	Pressupost.....	76
9.3	Comparativa amb la màquina Böwe Systec.....	77
10.	Conclusions i treball futur.....	78
11.	Documentació.....	80

PART II ANNEXES

A.	Manual d'usuari de la màquina.....	83
B.	Esquemes elèctrics.....	91
C.	Planells.....	102
D.	Programari.....	107

Índex de figures

PART I MEMÒRIA

Figura 1: Exemple de producte acabat	11
Figura 2: Màquina d'encartar Böwe Systec	13
Figura 3: Prototip inicial de la màquina	15
Figura 4: Visió general de la màquina	16
Figura 5: Diagrama de blocs de la màquina	17
Figura 6: Primera estació amb dispensador de clauers.....	18
Figura 7: Primera estació amb dispensador de targetes de 0,50 mil·límetres de gruix	19
Figura 8: Tercer rail aplicant imants	19
Figura 9: Sistema topalls	21
Figura 10: Sensor de l'ajust de posició de la cinta	22
Figura 11: Sistema dispensador de paper	23
Figura 12: Dispensador de cola inicial.....	24
Figura 13: Dipòsit de cola	25
Figura 14: Capçal aplicador de Hotmelt	26
Figura 15: Dispensador de targetes inicial	26
Figura 16: Sistema de guies per on es desplacen les targetes.....	27
Figura 17: Sistema dispensador de targetes	28
Figura 18: Ajust punt de plegat.....	29
Figura 19: Sistema de plegat	29
Figura 20: Sistema de plegat	30
Figura 21: Recollida del producte acabat.....	30
Figura 22: Exemple de PLC	31
Figura 23: Controlador del servomotor	33
Figura 24: Paràmetres del servomotor	34
Figura 25: Lector de codis de barres Wenglor FIS003 Laser.....	35
Figura 26: Funció test del lector.....	36
Figura 27: Pantalla del quadre de comandaments	36
Figura 28: Sensor posicionament targeta	37
Figura 29: Quadre elèctric de la màquina	38
Figura 30: Interruptor general	39
Figura 31: Interruptor diferencial i interruptors magneto tèrmics.....	40
Figura 32: Variadors de Freqüència	41
Figura 33: Posició de les electrovàlvules pneumàtiques	42
Figura 34: PLC de la màquina i extensions d'entrades i sortides.....	43

Figura 35: Font d'alimentació i Hub d'Ethernet	44
Figura 36: Mòdul d'extensió PointIO	44
Figura 37: Sensors de detecció de la targeta a la zona d'aplicació	46
Figura 38: Sensor de detecció de paper a la plegadora	46
Figura 39: Cilindre d'aplicació de targeta amb els seus sensors de final de carrera	47
Figura 40: Sortides digitals del PLC connectades a relé	50
Figura 41: Expansió de sortides digitals del mòdul PointIO	51
Figura 42: Botons del quadre de comandaments.....	52
Figura 43: Caixa de connexió del lector de codis de barres	54
Figura 44: Diagrama de flux del funcionament del sistema.....	55
Figura 45: Finestra de l'explorador del programa de configuració de la pantalla.....	56
Figura 46: Propietats d'un quadre de text al <i>FactoryTalk View Studio</i>	57
Figura 47: Propietats d'un botó al <i>FactoryTalk View Studio</i>	57
Figura 48: Propietats d'assignació de tecla al <i>FactoryTalk View Studio</i>	58
Figura 49: Pantalla Principal.....	58
Figura 50: Pantalla Paràmetres.....	59
Figura 51: Pantalla Operacions	60
Figura 52: Pantalla Alarmes actives.....	61
Figura 53: Pantalla Configuracions.....	61
Figura 54: Grafet de nivell 1 aplicació punt de cola.....	62
Figura 55: Grafet de nivell 2 aplicació punt de cola.....	63
Figura 56: Grafet de nivell 1 dispensador de targetes	63
Figura 57: Grafet de nivell 1 aplicador de targetes	64
Figura 58: Grafet de nivell 1 plegador.....	64
Figura 59: Visió principal del RSLogix5000	65
Figura 60: Exemple de registre de desplaçament.....	67
Figura 61: Flanc descendent del servomotor.....	68
Figura 62: Flanc descendent sensor paper.....	68
Figura 63: Registre de desplaçament del paper.....	68
Figura 64: Instruccions d'aplicació de punt de cola.....	69
Figura 65: Instruccions d'aplicació de targeta	69
Figura 66: Instruccions d'aplicació de targeta	70
Figura 67: Instruccions per dispensar targeta.....	70
Figura 68: Instruccions per al plegador.....	71
Figura 69: Cúpula de protecció a l'operari/a.....	73
Figura 70: Proteccions de les cadenes dels motors	74
Figura 71: Proteccions dels dispensadors.....	74
Figura 72: Parada d'emergència.....	74
Figura 73: Incorporació d'una màquina d'enganxar etiquetes	78

PART II ANNEXES

Figura D. 1: Habilitació del servomotor.....	107
Figura D. 2: Referència del servomotor	107
Figura D. 3: Parada controlada.....	108
Figura D. 4: Mode Automàtic	108
Figura D. 5: Registre de desplaçament.....	108
Figura D. 6: Avanç del servomotor	109
Figura D. 7: Dispensar paper.....	109
Figura D. 8: Ordre d'aplicar punt de cola	110
Figura D. 9: Paper en posició del punt de cola.....	110
Figura D. 10: Ordre d'aplicar targeta	111
Figura D. 11: Aplicació de targeta en primer rail.....	111
Figura D. 12: Aplicació de targeta en segon rail.....	112
Figura D. 13: Aplicació de targeta en tercer rail	112
Figura D. 14: Odre de dispensar targeta.....	113
Figura D. 15: Aplicació de targeta	113
Figura D. 16: Parada per falta de targetes	113
Figura D. 17: Parada per falta de targetes	114

PART I

MEMÒRIA

1. Introducció

Aquest projecte es troba dintre del marc de treball de l'empresa NTI Figueras S.L. la qual encarrega el disseny d'un sistema automàtic per a enganxar diferents tipus de targetes i targetes clauer en un suport de paper que pot presentar diferents mides, amb la finalitat ajustar-ho al màxim a la seva demanda.

El projecte descriu el disseny i la implementació de tot un sistema per enganxar automàticament diferents tipus de targetes sobre paper. En aquest apartat es descriu la motivació i la justificació del projecte, seguidament s'explica l'estat de l'art amb el qual es parteix alhora de dissenyar el nou sistema i els objectius que es plantegen per a la implementació del sistema.



Figura 1: Exemple de producte acabat

1.1 *Motivació i Justificació*

El principal motiu sorgeix de la necessitat de crear un sistema automatitzat d'enganxat de targetes atès que el sistema manual es car i poc productiu. El projecte es troba dintre del marc de treball de l'empresa on actualment s'està exercint tasques com a tècnic de manteniment.

Malgrat que l'empresa ja disposava d'una màquina d'enganxar i encartar targetes de la marca “Böwe Systec” dissenyada per enganxar targetes bancàries en un full DIN A4 i per tant, molts dels productes com targetes clauer o targetes de grossors especials, no es podien enganxar ni posar dintre d'un sobre, a més a més, el manteniment i la etiqueta que utilitza fan que el preu del producte s'encareixi.

A causa d'aquests motius, l'empresa va proposar fer aquest projecte per crear una màquina que utilitzés punt de cola el qual és molt més econòmic, essent molt més ajustable i permetent altres formats que fabriquen a part de l'estàndard bancari.

El projecte ha suposat dissenyar una màquina molt complexa. La tasca principal que s'ha fet com a enginyer ha estat trobar els elements mecànics i electrònics necessaris per a la seva implementació i fer la programació del PLC. Però a més m'he encarregat del muntatge i de fer totes les proves i correccions corresponents per al seu funcionament òptim.

1.2 *Antecedents/Estat de l'art*

La targeta de PVC és un producte que s'utilitza molt a la actualitat, tot i això, hi ha referències de proves de gravació en suports magnètics d'abans del 1900, la primera targeta de PVC ens remunta a l'any 1914 quan l'empresa nord-americana Western Union va crear la seva primera targeta de crèdit de PVC la qual s'utilitzava per fer compres només en l'empresa que l'havia emès. Simultàniament, van sorgir varies empreses que van crear targetes tant per a ús de fidelització com de crèdit. No es va començar a utilitzar a les entitats financeres fins al 1951. Més tard, als anys seixanta el transport públic de Londres (London Transit Underground) va instal·lar un sistema de targeta amb banda magnètica.

Actualment, s'utilitza per a múltiples aplicacions com la fidelització, mètode de pagament, sistemes d'identificació i control de presència, vals de descompte o regal, etc.

Avui dia un sistema flexible d'enganxar targetes amb diferents mides i tipologies no és comercial o no la fabrica cap empresa. Hi ha diferents màquines d'encartar al mercat, que tenen mòduls concrets per a incloure una targeta dins de la carta. En són exemples aplicacions de la marca “Pitney Böwes” o de la marca “Böwe Systec”, tot i això, són específicament dissenyades per encartar targeta bancària i per tant no son flexibles, es a dir, no permeten enganxar els diferents tipus de targetes que fabrica l'empresa.



Figura 2: Màquina d'encartar Böwe Systec

D'altra banda l'enganxat d'altres tipus de suports de PVC amb mides no estàndards, s'acostuma a fer manualment i hi ha diferents tipus d'expenedors d'etiquetes o punts de cola per poder-ho manipular més fàcilment. Aquest procés al tenir un elevat preu de mà d'obra acaba tenint una gran repercussió en el preu final del producte, i fa que tot i tenir un bon preu de fabricació de targetes dintre del mercat, no s'agafin comandes per culpa d'aquest procés d'acabat.

1.3 Objectius

L'objectiu d'aquest projecte és el disseny, implementació i posta a punt d'una màquina automàtica per enganxar targetes de plàstic sobre fulls de paper per reduir costos, augmentar la productivitat i poder agafar noves comandes on l'empresa no era competitiva.

Tanmateix, altres objectius secundaris són els següents:

- Precisió en el posicionament.
- Material econòmic.
- Rapidesa.
- Comparació entre targeta i paper corresponent.
- Fàcil interacció amb l'usuari.

Un objectiu molt important és la precisió a l'enganxar la targeta, és a dir, posicionar-la amb un mínim marge d'error, ja que en algun cas, en el disseny del paper hi ha un requadre concret on ha d'anar encaixada la targeta.

Trobar un tipus de cola o etiqueta econòmica, ja que el preu de la etiqueta que es fa servir en la màquina "Böwe Systec", es d'uns 0,6 cèntims d'euro i en altes produccions on el preu s'ajusta molt, pot arribar a ser més d'un 50% del preu d'enganxat.

Tenint en compte que la producció d'una persona fent el procés manualment en una hora és d'unes 300 targetes enganxades. Per tant, la urgència feia que la comanda pogués anar a altres empreses amb millor temps de reacció. L'objectiu és fer una màquina automàtica que enganxi el producte de PVC de diferents mides a una velocitat d'unes 2000 peces hora, aquest fet faria competitiva l'empresa en el procés.

Moltes de les comandes que es fan en el món de la targeta de PVC, van adreçades a una persona en concret, i moltes vegades, el paper conté la direcció a la que s'ha d'enviar. Per això, és necessari que la màquina tingui un sistema per a poder fer coincidir el paper corresponent amb cada targeta associada. A més, el disseny de la targeta moltes vegades no permet fer una gran marca per a la unió, i veient els diferents sistemes que hi ha, vam arribar a la conclusió que el millor era posar un sistema amb codis de barres. Aquest sistema consisteix en que el paper té un codi de barres petit en una banda, al igual que la targeta, de tal manera que la màquina compara els dos codis de barres i l'enganxa només en el cas de que hi hagi coincidència.

Per a que el funcionament sigui més senzill, és necessari que la màquina tingui una interacció amb l'usuari fàcilment manejable, així qualsevol persona pot fer funcionar la màquina i canviar els diferents paràmetres de configuració.

2. Funcionalitat general de la màquina

2.1 *Idea inicial*

La idea inicial va ser crear una màquina capaç d'enganxar una targeta en un paper amb punt de cola sense cap altre complement.

Aquesta idea va sorgir al veure que la meitat del pressupost del procés d'enganxar les targetes, el qual es feia en milers d'unitats cada mes, es gastava en les etiquetes que gastava la màquina amb la que s'enganxava. Així doncs, la idea va ser fer un sistema senzill per enganxar alguna comanda amb punt de cola.

El fet de només voler enganxar la targeta al paper amb punt de cola, va suposar que la màquina fos molt més senzilla que el sistema que es va acabar creant. No incloïa ni lectors de codis de barres, ni plegadora, ni la possibilitat d'enganxar clauers. Això suposava només tenir un sol dispensador de targetes i per tant, inclús la cinta de desplaçament, era molt més petita.

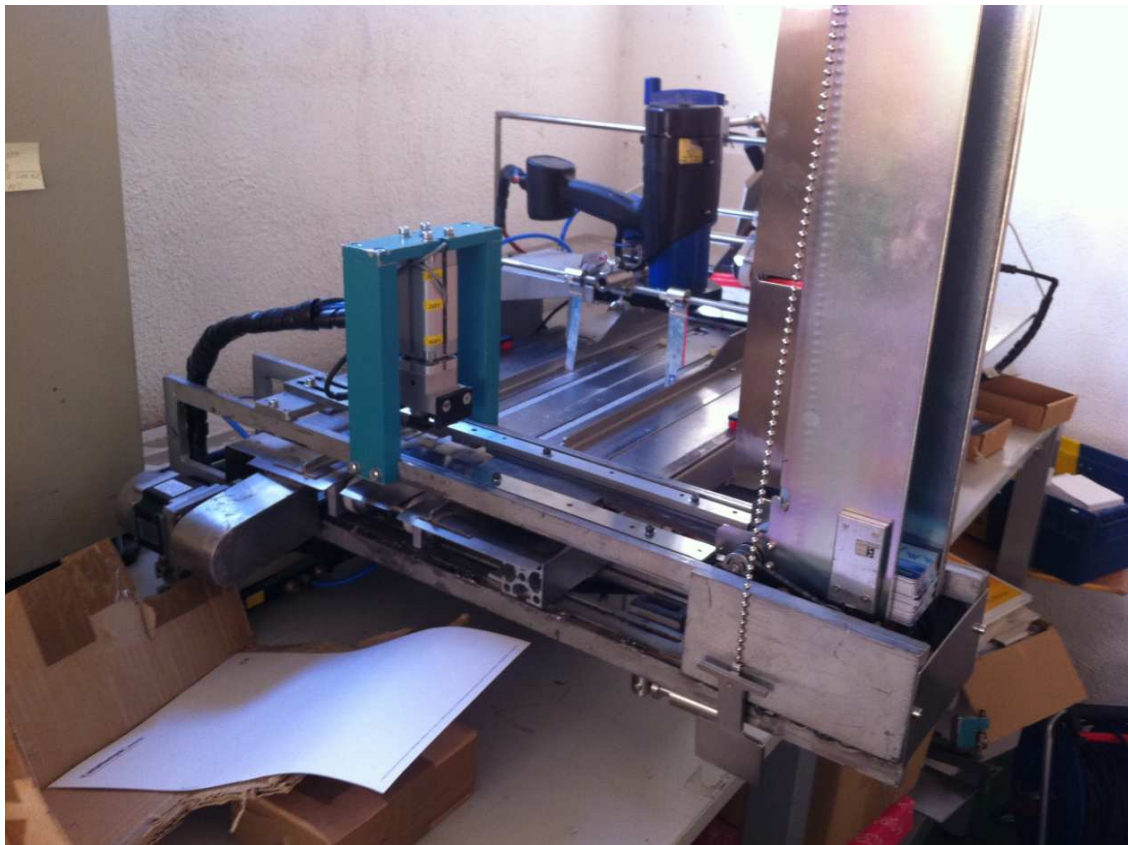


Figura 3: Prototip inicial de la màquina

Aquesta màquina va funcionar, i va ser un èxit, la producció que va acabar fent, al ser molt superior a la que s'havia pensat en un càlcul inicial, va fer que es plantegés de fer un sistema d'enganxat molt més complex i amb moltes més possibilitats.

A la hora de remodelar la màquina, es va intentar de tenir en compte el màxim d'ampliacions possibles inclús per a idees futures. En comptes de tenir un pas per a posar el punt de cola i un pas per a enganxar la targeta, es va fer un pas per el punt de cola, dos per a enganxar diferents tipus de targetes i un més per a possibles ampliacions com poder incloure una etiqueta o qualsevol altre futura operació.

2.2 *Funcionalitat del plantejament final*

El sistema automàtic d'enganxat de targetes, està basat en una cinta transportadora per on es desplaça el paper. Aquesta cinta és ajustable en amplada des d'un mínim de 100 mil·límetres i fins a una amplada màxima de 297 mil·límetres. A un extrem de la cinta, hi ha un sistema introductor de paper que cada vegada que aquesta avança, hi introdueix un paper.

A la part superior d'aquesta cinta de desplaçament, durant el procés, queden tres papers disposats de forma continua, de manera que simultàniament s'hi estan fent varis processos a la vegada.

En el primer tram de la cinta, hi ha una pistola que hi posa un punt de cola. L'aplicador de punt de cola esta basat en un equip per aplicar adhesiu fusible per temperatura de la Marca Meler que consta d'una pistola pneumàtica capaç d'aplicar punts de cola amb una molt alta precisió.



Figura 4: Visió general de la màquina

En el segon tram de la cinta, mitjançant dues guies de desplaçament, podem aplicar targetes clauer en posició horitzontal i en posició vertical, i targetes en posició horitzontal canviant les guies de desplaçament i el dispensador. Aquest aplicador esta format per un dispensador de targetes, que les va dipositant dintre d'unes guies de desplaçament que van a parar a sota del mecanisme que les posiciona sobre del paper. Aquest consta d'un pistó amb unes ventoses que a través d'una bomba de buit, agafen la targeta i la posicionen a sobre del paper amb molta precisió, ja que el xucladors fan que no es mogui mentre el pistó baixa.

En l'últim tram, mitjançant unes altres guies de desplaçament, podem posicionar targetes en horitzontal, en vertical i inclús canviant les guies.

També cal esmentar el sistema de casament del qual disposa la màquina, ja que tant en l'aplicador de targetes com en el dispensador de paper hi ha dos lectors de codi de barres, que comproven en cada moment que el paper corresponent s'enganxi a la targeta corresponent per a que no hi pugui haver cap error a la hora dels enviaments de targetes.

Evidentment des de la pantalla del quadre de comandaments es pot activar i desactiva la funció de comparar el codi de barres del paper i de la targeta en cas de que sigui o no necessari.

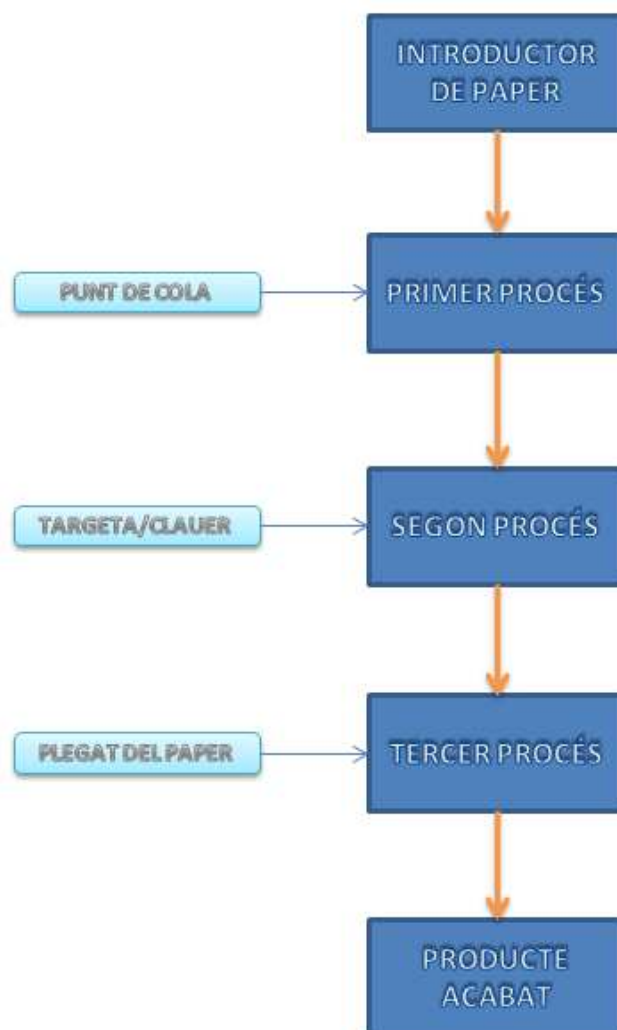


Figura 5: Diagrama de blocs de la màquina

Una vegada el paper surt d'aquesta zona, entra en un sistema de rodets, que desplacen el paper fins a arribar a un final de carrera que fa baixar un pistó amb un tallant que fa el plegat del paper. En el cas de que el disseny del producte no inclogui el plegat, s'aixeca la barra que suporta el final de carrera i el producte acabat cau a sobre la cinta del final. Si es necessita el plegat, el producte és premsat per dos rodets de goma i és dipositat igualment a sobre de la cinta final de manera que es va apilant per a que sigui fàcil de recollir per al operari.

2.3 Productes acabats

La gran varietat d'ajustos que es poden fer a la màquina va suposar que finalment, aquest sistema pogués fer una gran varietat de productes diferents.

Basant-nos amb la idea d'enganxar una base de PVC a sobre d'un paper sempre amb un punt de cola, podem mitjançant les tres estacions, enganxar sis combinacions de productes diferents, sempre tenint en compte que el paper pot ser com a màxim de 297mm d'amplada i 360mm de llarg, i com a mínim 85mm d'ample.

En la primera estació tenim la possibilitat de muntar un dispensador on hi caben targetes clauer i unes guies amb una ranura d'un mil·límetre de gruix per aplicar clauers en posició horitzontal tal i com es veu en la figura 7, o muntar un dispensador de la mida d'una targeta i unes guies amb una ranura de 0,60 per a poder dispensar-hi targetes de 0,50 mil·límetres de gruix tal i com es veu en la figura 6. Tenint en compte que qualsevol d'aquests dos productes, el podem aplicar en qualsevol posició del paper.



Figura 6: Primera estació amb dispensador de clauers

A la figura 6 es pot apreciar que al costat del pistó aplicador hi ha dos forats i que per tant, en l'ajust de canviar de targeta clauer a clauer, s'ha de moure el pistó per a que quan baixi es correspongui amb la posició del producte a aplicar.



Figura 7: Primera estació amb dispensador de targetes de 0,50 mil·límetres de gruix

En el segon mòdul de la màquina, podem enganxar clauers en posició vertical. Aquest és l'únic rail que no pot ser totalment mòbil, ja que es va fer exclusivament per a enganxar targetes clauer de la marca comercial "Carrefour" dels quals se'n fan uns dos milions anuals, i es va creure convenient tenir un rail fix només per a aquesta feina. Al igual que el dispensador 1 i el dispensador 3 es podem moure per tota la amplada de la màquina per posicionar el producte en qualsevol part del paper, en aquest dispensador, només es pot posicionar el clauer en posició vertical al lateral del paper, ja que és el disseny que té aquesta feina.

Finalment disposem d'un tercer carril on hi podem dispensar targetes en horitzontal o en vertical canviant també les guies de desplaçament de les targetes i el dispensador. En aquest punt també podem desplaçar el mòdul per tal de poder enganxar la targeta en qualsevol dels punts del paper.



Figura 8: Tercer rail aplicant imants

Una curiositat es que quan feia poc que la màquina estava acabada, es va demanar a l'empresa si es podia enganxar una comanda de vuit-cents mil imans de nevera per a una campanya de recollida de roba de l'ajuntament de Barcelona, i tenint en compte la envergadura de la comanda, es va fer una modificació al tercer rail per a poder-ho fer.

3. Descripció mecànica

3.1 *Cinta de desplaçament*

El cos principal de la màquina està basat en una cinta de desplaçament per on transcorren els papers i on es van aplicant els diferents processos de la feina a fer.

Aquesta cinta, està basada en un cos metàl·lic creat a partir d'una estructura de perfil d'alumini amb una placa metàl·lica a la part superior i dos eixos a cada extrem. A través d'aquests eixos es desplacen unes corretges dentades de poliuretà amb uns topalls soldats, que acompanyen el paper per sobre de la superfície metàl·lica.



Figura 9: Sistema topalls

La precisió a la hora d'enganxar la targeta junt amb l'alta velocitat a la que havia de funcionar la màquina va obligar a utilitzar un servomotor per a la seva tracció. La tria del motor es va fer partint de dues característiques fonamentals. Una era la velocitat a la que havia d'anar la màquina. Per a poder fer unes 2000 targetes enganxades a l'hora, que és el que es va pensar al principi, havíem de fer unes 34 targetes per minut, per tant teníem menys d'un segon per fer el moviment ja que l'altre segon s'havia d'emprar per a fer la operació d'enganxar la targeta.

Es va consultar al distribuïdor de material industrial de l'empresa (SEINSA, S.A.) i es va corroborar tenint en compte que tots els eixos anaven amb coixinets i la força que havia de fer per arrastrar el pes d'un paper era molt mínima, la majoria de servomotors que hi havia al mercat arribaven de sobres a la velocitat que es necessitava, per tant les directrius per a la elecció del motor es van enfocar al segon paràmetre, que era que fos un servomotor fiable i pràctic.

SEINSA, S. A. Va recomanar emprar el motor “Ultra3000 Digital Servos”, atès que l'experiència pròpia obtinguda feia que el motor fos molt fiable i per al poc parell que teníem a la màquina la seva durabilitat seria molt alta. A més a més, aquests servomotors es programen amb un programa molt senzill que es diu Ultraware on només definint uns senzills paràmetres de velocitat, acceleració, desacceleració i número de passos, ja es podia donar l'ordre d'avanç des del PLC amb un sol flanc ascendent.

Un cop escollit el motor, es va posar una relació de transmissió reductora per a que l'eix no girés tan ràpid i el motor pogués anar a més velocitat amb un mínim esforç.

Per qüestions de seguretat, el motor es va acoblar a sota de la bancada de la màquina a una distància d'uns 50 mm de l'eix de tracció amb una corretja dentada de poliuretà amb proteccions per a que l'usuari no pugui tocar la corretja mentre està la màquina en funcionament.

L'ajust de la velocitat del motor una vegada finalitzada la cinta va ser un altre paràmetre clau, ja que primer paràmetre es va calcular els passos del motor per a que un avanç suposés que el paper avancés una posició sobre de la cinta. L'ajust de la posició inicial de la màquina es fa a través d'un sensor que hi ha a la part inferior de la cinta. el qual avança fins a trobar un topall



Figura 10: Sensor de l'ajust de posició de la cinta

Una vegada obtinguda aquest dada, es va haver de buscar la velocitat màxima amb la desacceleració mínima per a que el paper no sortís disparat, la qual no supera un 50% de la velocitat màxima del motor, i per tant, el motor treballa amb un mínim esforç.

3.2 *Dispensador de paper*

El dispensador de paper va ser un tema complicat de definir ja que al principi es va optar per intentar dissenyar-ne un amb uns rodets de goma que estiraven el paper per la part inferior de la pila i amb un rodet fix amb ajust de pressió que deixava passar només un paper. El fet de que la màquina dispensés el paper de baix de tot de la pila, suposava que en funció el pes de la pila de paper que hi havia a la màquina, feia que la màquina tragués un o més d'un full.

La gran quantitat d'errors que donava aquest procés implicava que per culpa de les parades per errors, es disminuís molt la velocitat total de la màquina. La conclusió al no donar resultat va ser optar per veure les diferents opcions que hi havia dissenyades al mercat.

La majoria de dispensadors de paper que es van trobar estaven dissenyats per dispensar cartes per a sales de joc o per acoblar en màquines de grans dimensions i de produccions molt grans com eren impremtes o direccionadores per a Marketing promocional. Finalment es va contactar amb *ARDEL, Fabricación de Equipos de Marcaje y manipulación, S.L.*, una empresa de Bilbao que fabrica dispensadors de paper en gran part per la casa de la Moneda, i ens vam desplaçar a Bilbao amb mostres de diferents productes per a comprovar si tenien algun model de màquina que es pogués adaptar a la nostra necessitat.

Després de provar diversos models, es va comprovar que tenien un model de dispensador amb selector que s'adaptava a les nostres necessitats, ja que podia dispensar el paper que volíem dispensar a un alta velocitat i tenia una entrada digital amb la qual es podia donar la senyal des del PLC per ordenar-li que entregués un paper.



Figura 11: Sistema dispensador de paper

Així doncs, un cop posat el dispensador, i tenint en compte que aquest sí que donava el paper quan li demanàvem amb una fiabilitat alta es va modificar la programació per tal de que mentre el motor avancés, la màquina dispensés el paper i quan arribés la ungla de la cinta de desplaçament a la posició desitjada, ja estigués posicionat a sobre de la cinta. Això evidentment va fer que la velocitat augmentés en un 30% i que per tant es va sobrepassar la velocitat a la qual s'havia pensat que anés la màquina.

3.3 *Dispensador de cola*

El dispensador de cola va ser la primera part de la que es va disposar i per tant de la qual va sorgir la idea de fer aquesta màquina.

S'ha de tenir en compte que abans d'implementar aquesta màquina, les poques targetes que manipulaven l'empresa (tenint en compte que moltes comandes no les podien agafar perquè no s'ajustava el preu de venda amb el cost de mà d'obra), es feien enganxant una etiqueta que anava enganxat en uns rotllos i posteriorment posant la targeta a sobre, un procés molt lent, d'unes 300 targetes hora i fins a 250 en alguns casos.

Degut a la problemàtica de l'enganxat es va realitzar una cerca i es va trobar aquesta simple pistola de Hotmelt que permetia posar un punt de cola, dissenyada bàsicament per enganxar articles de promoció en productes com podien ser ampolles de detergent o alimentació.



Figura 12: Dispensador de cola inicial

Anteriorment ja s'havien mirat equips aplicadors de cola Hotmelt, que tenen el clar avantatge de que no s'ha d'esperar a que s'assequi la cola ja que al moment s'hi pot aplicar el producte que es vol enganxar, però el preu dels varis sistemes que hi ha al mercat, tenint en compte que han de tenir un dipòsit per a la cola i tots els conductes han d'estar a uns 200°C per a que circuli la cola en estat líquid, era massa elevat per a poder-lo amortitzar en un període proper.

Quan es va comprar aquesta pistola, es van provar dos o tres tipus de cola fins a trobar el tipus de cola adient, el qual permetia desenganxar la targeta i tornar-la a enganxar varies vegades, i el seu temps de secat era prou ràpid com per a que la màquina anés a una velocitat raonable.

Així doncs, es va decidir mecanitzar el procés per a poder treure amb aquesta pistola una producció suficient com per a poder fer les comandes que normalment tenim en un o dos dies de marge. Aquesta pistola tenia un senzill pistó pneumàtic que activava el gatell durant un temps d'uns 20ms, però a la que la màquina va estar finalitzada i va assolir unes velocitats de 4000 peces hora, ràpidament es va veure que la pistola no era adient per al sistema.

El problema era que cada 500 peces s'havia de parar per omplir el petit dipòsit que tenia, i a més, la seva precisió era mínima, feia un punt de cola molt gran i en funció que el dipòsit baixava de caudal, disminuïa el punt que la pistola aplicava. D'altra banda, la baixa precisió del tancament del seu capçal aplicador, feia que la superfície de la cinta s'anés embrutant d'un petit pòsit de cola, fins al punt de que el paper es frenava. Una vegada vist que la màquina tenia suficients comandes com per poder-hi augmentar el pressupost, es va veure que sortia a compte comprar un equip de punt de cola industrial.

Es van mirar al mercat els preus i precisions dels diferents equips de Hotmelt, cal fer especial menció de la marca *Nordson*, atès a que durant una fira de Barcelona, van mostrar la gran precisió i velocitat a la que treballaven.

Aquest equip estava basat en un dipòsit de cola amb una capacitat de 3,9 Kg que es mantenia a una temperatura seleccionada per estar fos, una mànega que portava la cola fins al capçal mantenint-la a la mateixa temperatura que dintre el dipòsit, i una pistola que té format d'injector, que injecta un punt a una molt alta velocitat i amb una alta precisió de tall, el qual feia que no quedés gens de fil de cola penjant a diferència de la pistola anterior. Tot i això es va intentar buscar marques aleatòries per veure quines opcions hi havia a la competència, i es va trobar una opció millor bàsicament en relació al preu, a la marca Meler.

El model que es va escollir va ser el dipòsit "B4-P pistó", es tracta d'un dipòsit amb una capacitat de 4 litres amb una manega calefactada amb una capacitat de bombeig de 65 litres hora que podia escalfar la cola a una temperatura màxima de 200 graus i que permetia posar una temperatura al dipòsit diferent de la de la manega i diferent a la de la pistola. D'aquesta manera, la cola que estava al dipòsit no perdia propietats per el fet d'estar a menys temperatura de la que es necessitava a la hora d'aplicar-la a la pistola.



Figura 13: Dipòsit de cola

La pistola que es va escollir va ser el model de Micro precisió, el qual ens permet amb un capçal de molt reduïdes dimensions (64 x 90 mm) aplicar un punt de cola minúscul, des de 0.25 mm de diàmetre, i a unes velocitats molt superiors a les que necessitàvem, de fins a 8500 punts per minut.

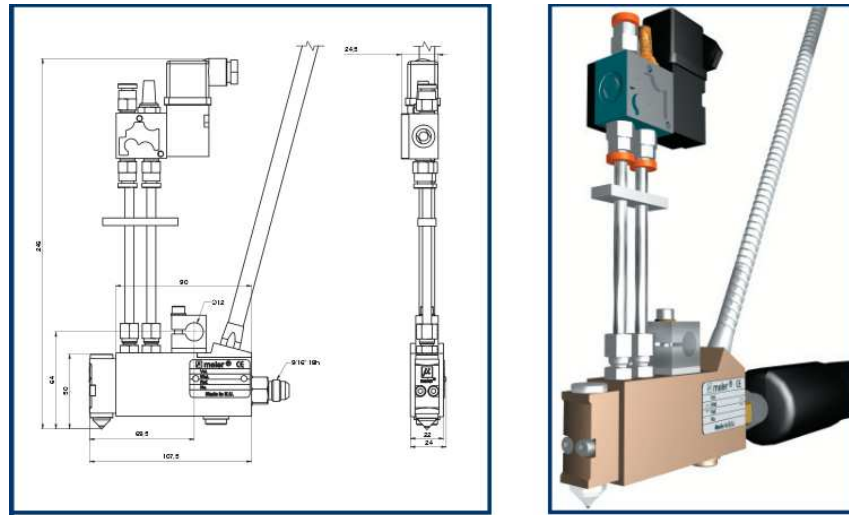


Figura 14: Capçal aplicador de Hotmelt

Una de les propietats que s'ajustaven a les nostres necessitats i destacava respecte d'altres productes era una molt alta precisió a l'hora de tallar el fil de cola que alimenta la pistola, amb el qual hi havia hagut molts problemes amb l'anterior pistola ja que una vegada es tallava el punt de cola, penjava un petit filet de cola que anava embrutant la cinta per on passaven els papers, i arribava un punt en el que s'havia de parar i netejar la superfície de treball.

3.4 *Dispensador de targetes*

El primer plantejament per a l'aplicador de targetes, va ser posar un dispensador directament a sobre de la cinta que transportava el paper, els requeriments bàsics eren que el dispensador havia de ser ràpid i eficient, i per això vam decidir de posar-hi un kyt2100, un model de dispensador que fabrica una empresa coreana, però que distribueix una empresa de Barcelona que es diu *FQ Ingeniería Electrónica, S.A.* de la qual s'han utilitzat diversos elements seus per altres projectes.

Aquest és un dispensador fàcil d'adaptar ja que està dissenyat per a implementar en impressores de targetes, de manera que ja disposa d'un suport que es pot acollir fàcilment a qualsevol tipus de màquina. A més, teníem la seva eficiència demostrada ja que la havíem utilitzat a l'empresa per a adaptar-se a altres màquines.



Figura 15: Dispensador de targetes inicial

Ja que la idea inicial era posar el dispensador directament a sobre, fent el plantejament inicial es va observar que junt amb el seu suport, el dispensador quedava a molta diferència d'alçada de la base de la cinta transportadora de paper, i per tant el pistó havia de fer un recorregut molt gran. Fixant-nos en una altra màquina que ho tenia, vam idear un sistema format per unes guies que transporten la targeta des del dispensador fins a sobre del punt on ha d'anar enganxada la targeta de tal manera que aquesta queda a només uns mil·límetres de la superfície de la cinta. Mitjançant un pistó que la extreu de les guies i la enganxa a sobre del paper, la targeta queda posicionada a sobre del paper ja prèviament impregnat amb cola, i la pot posicionar amb una molt bona precisió.

El problema principal era que al baixar el pistó la targeta es movia i no acabava de quedar ben posicionada al full. La solució va ser posar un sistema de ventoses amb una bomba de buit, que feien que quan el pistó agafava la targeta, aquesta quedava fixada amb l'efecte buit de les ventoses quedant immòbil. Tot i això, al final de les guies, per a que el pistó hagués de fer un mínim esforç per treure la targeta de les guies, es van adaptar uns pinzells petits, amb una resistència mínima, només suficient per aguantar la targeta dins de les guies fins que el pistó no baixés.

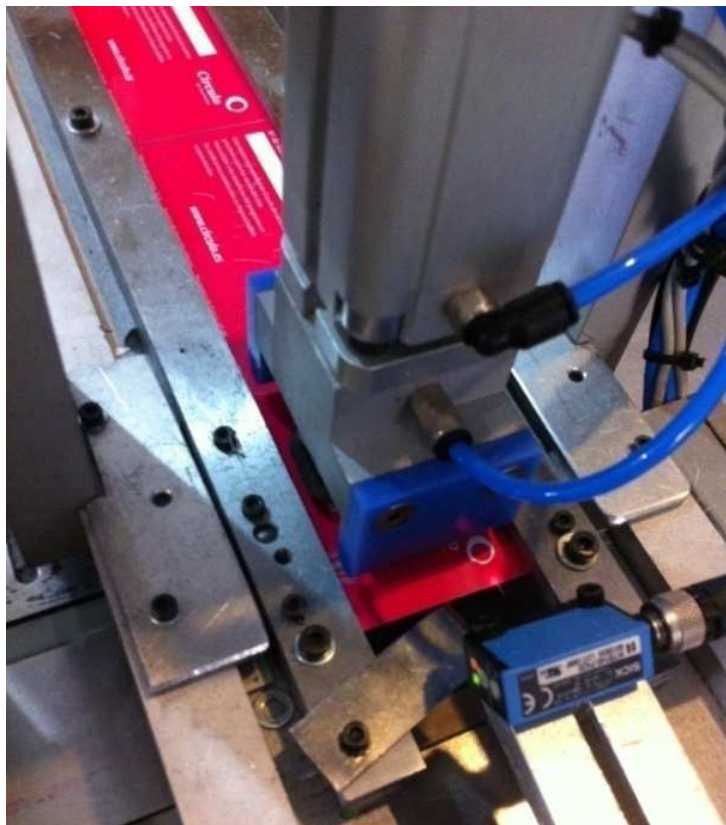


Figura 16: Sistema de guies per on es desplacen les targetes

Tot i que el sistema funcionava òptimament, la velocitat d'extracció de la targeta i posicionament sota el pistó era d'uns dos segons, la qual feia que la màquina anés a menys de 2000 targetes hora. A més, veient la màquina en funcionament, es podia apreciar com moltes vegades, la màquina havia d'esperar a que la targeta arribés a la seva posició per continuar amb la resta d'operacions i aquest fet feia que el sistema no fos el més adient.

Per a la realització del nou sistema, una màquina antiga de posar banda magnètica a les targetes, va fer de model. Aquesta màquina, a través d'un motor amb una excèntrica, treia la targeta amb un carro de desplaçament que la estirava per sota només la primera targeta de la pila durant tota la seva llargada, i al tornar enrere s'amagava avall per no ratllar la propera. Així doncs, el que es va fer va ser imitar el sistema però amb pistons pneumàtics, de manera que un pistó extreu la targeta de sota de la pila i un altre pistó abaixa el carro de desplaçament per a no ratllar la pròxima.

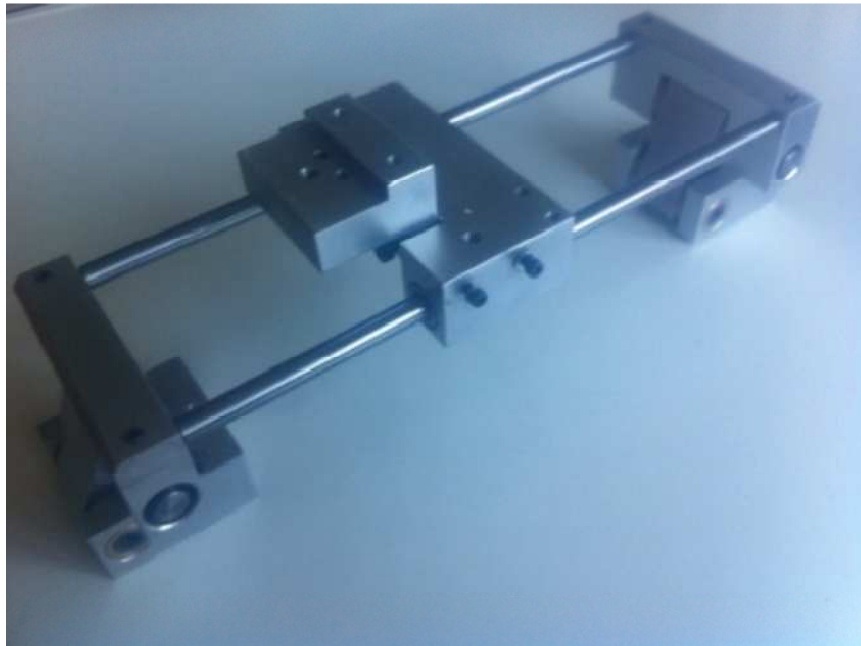


Figura 17: Sistema dispensador de targetes

3.5 Sistema de plegat

Aquesta va ser la última part que es va incorporar a la màquina. La idea inicial havia estat fer una màquina per enganxar les targetes sobre el suport de paper, ja que la feina principal que havia de fer, no anava plegada. Es va pensar que en el cas de que després vinguessin feines on s'hagués de plegar el producte, sempre es podia comprar una màquina de plegar paper comercial i plegar-ho en una altra operació a part.

El fet de que el tipus de paper que en alguns casos s'ha de plegar tingui un pes específic molt alt, suposa que ni que es doblegui torni a la seva forma original una vegada es deixa a la cinta de sortida. Aquest fet va suposar haver de plegar el producte passant-lo per uns rodets de goma que el pressionen i mitjançant la força que fan entre ells, trenquen totalment les fibres del paper i aquest ja no torna a la seva forma inicial.

La plegadora està formada per una cinta de desplaçament per on avança el producte ja amb la targeta enganxada. A la part final d'aquesta cinta hi ha una barra d'alumini amb uns topalls que paren el paper a la posició desitjada. En aquesta barra hi ha un sensor que veu quan el paper està posicionat i li dona l'ordre al pistó del plegat de que s'activi.



Figura 18: Ajust punt de plegat

El plegat es fa mitjançant una xapa d'un mil·límetre de gruix que pressiona el paper per el punt desitjat com si es tractés d'una guillotina i l'introdueix dintre d'un sistema de rodets que el pressionen per a que es trenquin les fibres del paper i no torni a la seva posició inicial.



Figura 19: Sistema de plegat

Una vegada finalitzat aquest procés al sistema de rodets disposen el producte ja acabat en una cinta que mitjançant un petit avanç les deixa ordenades d'una forma simètrica per a la còmode recollida de l'operari/a.

L'ajust de la velocitat de la cinta de desplaçament de la plegadora així com la de la cinta de recollida, es pot modificar des del quadre de comandaments mitjançant uns potenciòmetres que graduen el variador de freqüència de cada motor. D'aquesta manera, depenent de la llargada del paper es pot graduar el sistema de plegat per a que quedin encavalcades les fulles a la cinta de sortida i sigui còmode recollir-les per a dipositar-les a la caixa.



Figura 20: Sistema de plegat

Tal i com s'aprecia a la figura 20, finalment, a la cinta de recollida del sistema de plegat, s'hi va haver d'incorporar un rodet d'espuma que pressiona el producte acabat quan ja està finalitzat per a que una vegada dipositat a la caixa ocupi el menys possible.

Al final de la cinta de recollida, mitjançant una placa d'acer inoxidable inclinada, es provoca que el producte acabat s'aixequi i vagi quedant empilat.



Figura 21: Recollida del producte acabat

Tenint en compte la llargada de la màquina i el fet de que l'operari/a es passa la majoria del temps recollint el producte acabat, es va incorporar un botó de parada en aquest punt per a que no s'hagi d'anar fins al quadre de comandament per parar-la en cas d'error.

4. Elements elèctrics i electrònics

4.1 *Introducció*

Aquest sistema d'enganxat i plegat de targetes està format per una gran quantitat d'elements elèctrics part dels quals no havien estat pensats d'incorporar en la idea principal.

Un dels problemes que va suposar el fet d'incorporar tres rails a la màquina per a poder fer diferents productes i dos variadors de freqüència per al plegador, va ser l'espai. El quadre, inicialment es va sobre dimensionar perquè ja es va tenir en compte que s'hi incorporarien noves parts amb algun element que no es tenia en compte a la versió inicial. Però tot i així els problemes d'espai s'han fet evidents al finalitzar-ho.

En aquest apartat es descriuen els principals elements electrònics i s'explica quins han estat els motius principals per als quals s'han triat.

4.2 *PLC*

En l'actualitat, l'automatització de processos utilitzant PLC (Programmable Logic Controller) és una realitat molt habitual en la indústria.



Figura 22: Exemple de PLC

Automatitzant un procés amb un PLC, es pot augmentar molt la producció en qualsevol operació manual amb una ràpida amortització del pressupost, i per tant, el procés passa a obtenir beneficis en un curt període de temps.

Degut a l'experiència agafada els últims anys programant PLC's de la marca *Rockwell Automation*, i tenint en compte que l'empresa disposa d'una llicència original del programa RSLogix, el qual serveix per programar les CPU d'aquesta marca, es va optar directament per elegir un PLC de la marca *Allen-Bradley*.

Aquesta marca, divideix els seus controladors programables en tres grans grups:

- ControlLogix*: Sistemes de control d'altres prestacions
- CompactLogix* : Sistemes de control petits
- Micrologix*: Sistemes de control Micro i Nano

La sèrie que ells anomenen *ControlLogix*, es tracta d'una gamma de PLC's desproporcionada per a la aplicació que s'anava a crear, tenen fins a 32 canals per poder posar mòduls d'entrades i sortides i una memòria de programa de fins a 32MB. En canvi, la gamma *Micrologix*, tot i ser la gamma que normalment s'ha utilitzat per a fer altres aplicacions a l'empresa, no té suficients entrades i sortides ni se li poden afegir prou mòduls per a poder fer un sistema de les dimensions desitjades.

El fet es que el PLC es va triar en un primer moment per a la idea principal, la qual era fer una màquina per enganxar targetes, es a dir sense plegadora, i per a només un sol rail de targetes. Es va suposar que per a poder posar un altre tipus de producte s'haurien de fer una sèrie d'ajusts mecànics que correspondrien a canviar el dispensador i posar l'adient al producte desitjat.

Per tant, la idea principal va ser buscar un PLC amb 16 entrades i 16 sortides. La llista d'entrades i sortides era la següent:

	Entrades	Sortides
1	Servomotor habilitat	Habilitar servomotor
2	Servomotor en posició inicial	Posicionar el servomotor inicialment
3	Servomotor en moviment	Avanç del servomotor
4	Servomotor preparat	Selecció de velocitat del servomotor
5	Botó parada d'emergència	Pilot de màquina en marxa
6	Botó marxa màquina	Pilot d'error
c	Botó parada funcional	Dispensar paper
7	Botó rearmament	Punt de cola
8	Sensor paper sortida dispensador	Dispensador de targeta
9	Sensor pistó gatell cola en repòs	Pistó aplicador de targeta
10	Sensor pistó gatell cola activat	Pistó plegador de paper
11	Sensor targeta en posició	Motor cinta de sortida
12	Sensor pistó aplicador targetes baix	
13	Sensor pistó aplicador targetes dalt	

Finalment, la conclusió va ser que el PLC més adient per a crear aquest sistema era un PLC de la gamma *CompactLogix*, concretament el CompactLogix5323E, el qual a més de tenir 16 entrades i 16 sortides, tenia la possibilitat d'incorporar mòduls adherits amb entrades, sortides, ports sèrie o molts altres elements per a poder incorporar noves ampliacions. Tanmateix, com que ràpidament van sorgir noves entrades i sortides, es va optar per posar una extensió mitjançant un "PointIO".

El PointIO, és un mòdul que va connectat via Ethernet, i que permet ampliar-lo amb plaques d'entrades i sortides que son molt més econòmiques que les que van adjacents al PLC.

El fet és que la versió definitiva del sistema ha incorporat moltes més sortides i entrades ja que al afegir 2 carrils per dispensar targetes de diferents formats i canviar el dispensador inicial que només suposava un motor per un dispensador a base d'un pistó pneumàtic que té dos sensors per saber quan el pistó esta a la posició de repòs o quan està a la posició activat, ha suposat un augmentar en 12 entrades, 5 sortides i dos ports sèrie el controlador, 4 per als nous pistons dels dispensadors, una per al motor dels rodets del sistema de plegat i dos ports sèrie per als lectors de codis de barres.

4.3 *Motor*

La necessitat d'emprar un servomotor per al desplaçament de la cinta que transporta els paper va ser evident, donada la precisió amb la que han d'anar posicionades les targetes en alguns productes. A més, la rapidesa en la que un servomotor avança fins al punt desitjat donada la seva acceleració i la seva desacceleració no es pot aconseguir amb cap variador de freqüència ni amb cap motor de continua.

El cert es que els únics paràmetres als quals havíem de posar atenció eren la precisió i la velocitat. El fet de fer una cinta a partir de dues corretges muntades sobre eixos amb coixinets que giren amb una mínima fricció i que l'únic pes que han de suportar és la carrega d'un paper, feia que la potència del motor, fos una dada irrellevant a la hora de la elecció.

El servomotor que es va escollir va ser un Ultra3000, capaç de girar a una velocitat màxima de 6000 revolucions per minut, una velocitat molt superior a les nostres necessitats. El fet de que el motor treballi a una velocitat força inferior a la seva velocitat màxima, fa que la seva durabilitat sigui més elevada.



Figura 23: Controlador del servomotor

La seva programació es fa a través d'un programa que es diu Ultraware en el qual es fixen una sèrie de paràmetres i mitjançant una senyal digital des del PLC se li activa l'avanç.

Els paràmetres que s'han d'escollir són:

- el mode, on s'utilitza el mode incremental
- la distància, que és de 29666 avanços del encoder per avanç de la cinta
- la velocitat màxima, on es treballa a 800 rpm i es va arribar en una feina puntual a 1200 rpm
- la acceleració, on el rang de treball va al voltant de les 120 Rev/s²
- la desaceleració, que ha de ser baixa perquè sinó el producte agafa inèrcia i no para al seu lloc, concretament està només a 12 però depèn una mica del pes del producte

Parameter	Value	Units
Auto Start Indexing	off	
Abort Index Decel	25	Revs/s ²
Index 0 Setup		
Mode	Incremental	
Distance	29666	Counts
Batch Count	1	
Dwell	0	msec
Velocity	800	RPM
Acceleration	120	Revs/s ²
Deceleration	12	Revs/s ²
Next Index	0	
Action When Complete	Stop	
Index 1 Setup		
Index 2 Setup		
Index 3 Setup		
Index 4 Setup		
Index 5 Setup		
Index 6 Setup		
Index 7 Setup		
Index 8 Setup		
Index 9 Setup		
Index 10 Setup		
Index 11 Setup		

Figura 24: Paràmetres del servomotor

Una vegada es va tenir muntada la cinta i s'hi va acoblar el motor, es va haver de trobar quin era el numero de voltes que havia de donar el motor per a fer un avanç just per a que el paper quedés cada vegada al mateix lloc. A més, com que la velocitat d'aquest servomotor és molt elevada, es va haver de buscar una velocitat idònia per a que el paper es quedés parat al punt desitjat, ja que a més velocitat sortia disparat per la inèrcia que agafava. Aquesta velocitat va ser la que es va creure idònia per a poder treballar amb tot tipus de productes.

Tenint en compte el mínim esforç que havia de fer el servomotor per avançar el pes d'un paper amb una targeta enganxada, es va escollir el motor de menys potència que utilitza el controlador Ultra300, que és un motor de 0.35KW de potència i 0.7836Nm de par.

L'únic problema que es va tenir va ser que tot i ajustant el servomotor al màxim, al cap de 2000 o 3000 operacions, acabava tenint un petit desfalc, això es va acabar solucionant fent una reinicialització del servomotor cada una certa quantitat d'avanços.

4.4 *Lectors de codis de barres*

El fet de que molts dels productes que s'han d'enganxar en aquesta màquina tinguin la finalitat de recaptar les dades d'un client, fa que a la fulla on va enganxada la targeta, hi hagi el mateix codi de barres que a la targeta. D'aquesta manera un cop arrencada la targeta, les dades del client escrites al full de paper es recullen i s'assignen al número de client del codi de barres.

Aquest fet, va suposar haver d'incorporar a la màquina un sistema per a poder assignar a cada targeta al seu paper corresponent, i tenint en compte que en la majoria dels casos es tenien els codis de barres, es va optar per la incorporació de dos lectors de codis de barres, un per a llegir el codi del paper, i un per al codi de la targeta.

Inicialment es va parlar amb el proveïdor de material, i va venir un expert en lectors de codis de barres de la casa *Wenglor*, que ens va portar diferents models per a fer proves. El fet és que el codi de barres del paper no suposava cap problema ja que el paper a llegir quedava sobre de la pila amb el codi a la part superior, però el codi de barres de la targeta, quedava en la majoria de productes a la part inferior, i era complicat llegir-lo.

Després de varies proves llegint codis de barres en diferents posicions, simulant com hauria d'anar posat el lector a la màquina, es va observar que l'únic lector que ens podia donar un bon rendiment, tant per el que fa a lectura ràpida com pel que fa a qualitat de lectura, era el model laser multilineal. El fet de ser laser, feia que ni que la superfície fos brillant, tal i com és en el cas de les targetes de PVC laminat, la seva lectura fos sempre bona. A més, el fet de ser multilineal, suposava més probabilitat de lectura correcta, ja que el lector elegit llegeix el codi de barres en 7 línies diferents, el qual fa que ni que hi hagi alguna part del codi de barres que no estigui ben impresa, com que llegeix en diferents zones, en una altra part del codi ho pugui reconstruir i la seva lectura continuï sent bona.



Figura 25: Lector de codis de barres *Wenglor FIS003 Laser*

Així doncs, el lector que es va triar va ser el *Wenglor FIS-0003 Laser*. Aquest lector té una capacitat de lectura molt superiors a les expectatives necessitades. Té una freqüència de lectura entre 350 i 1000 escanejos per segon, i a més pot llegir en moviment, mentre que a la màquina, la targeta està parada quan el lector escaneja, i disposa de 10ms per fer la lectura. Tot i això, té una característica molt important que és que pot llegir a una distancia de fins a 254mm, i per tant, ens permet posar el lector per sota de la base del dispensador de targetes quan el codi està a la part inferior de la targeta.

Una altra característica molt interessant, és que disposa d'un botó de test, que pressionant-lo durant 3 segons, deixa la llum laser del lector encesa i mitjançant uns leds que incorpora a la part superior de la seva carcassa, indica el tant per cent de lectura.

Aquesta funció és una forma molt fàcil d'ajustar el producte cada vegada que es canvia de feina, ja que amb les primeres peces posicionades, es pot ajustar el lector de codi de barres per a que llegeixi amb el màxim tant per cent de lectura, i suposa un millor èxit per al treball.

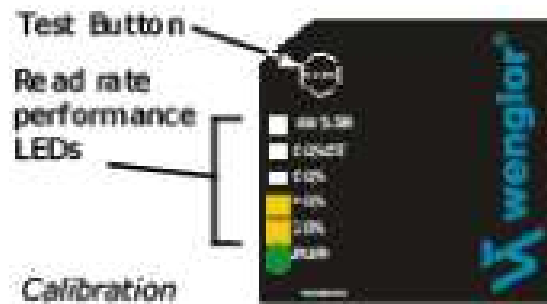


Figura 26: Funció test del lector

Els lectors de codis de barres, han estat configurats mitjançant el programa de configuració *Wenglor ESP* per a que mitjançant un port RS-232 del PLC, responguin amb la trama corresponent a la lectura quan se'ls hi envia el caràcter "S", és a dir un 53 Hexadecimal. Quan el lector rep aquest caràcter, activa la llum laser durant 10ms i retorna la lectura per el port sèrie.

4.5 Pantalla d'interacció amb l'operari

El fet de tenir tota una sèrie de paràmetres que s'havien de canviar en funció del tipus de producte que s'havia de produir, va suposar haver d'incloure una pantalla al quadre de comandaments de la màquina.

Al principi es va pensar en una pantalla tàctil per a poder crear una disposició dels botons fàcil i intuïtiva. Mirant pressuposts de diferents models de pantalles, es va veure que el preu de les pantalles tàctils incrementava molt el pressupost i se n'havia de buscar una amb un preu inferior.



Figura 27: Pantalla del quadre de comandaments

El model que es va triar va ser la *Panelview Plus 400*, el qual inclou una petita pantalla de 70x53mm, un teclat numèric per a poder posar les quantitats adequades a cada paràmetre, i una sèrie de botons addicionals amb els quals es poden seleccionar les diferents opcions que hi ha configurades a la pantalla.

Aquesta pantalla, es comunica mitjançant comunicació Ethernet amb el PLC i se li pot carregar una programa de fins a 512 Mb de memòria amb totes les variables desitjades del controlador assignades. D'aquesta manera, mitjançant varies pantalles, es poden configurar totes les variables necessàries des de la pantalla, i a més incloure funcions de prova o ajust de la màquina.

4.6 *Sensors*

En aquesta màquina d'enganxat de targetes, la majoria de sensors que s'han utilitzat, a part dels finals de carrera dels pistons, han estat sensors per a detectar la posició de les targetes i dels papers.

El fet és que la gran varietat de colors dels diferents productes que s'enganxen en aquesta màquina era un problema, ja que en la majoria de sensors, depenent del color de la peça a detectar, s'ha d'ajustar el potenciòmetre de la cèl·lula.

Després de provar varis sensors i quedar amb un comercial de l'empresa "Sick" per a fer proves, es va arribar a la conclusió de que el millor sensor per a utilitzar en aquesta màquina era el WTB140-P420.



Figura 28: Sensor posicionament targeta

Aquest sensor va ser el que va respondre millor a les proves que es van fer ja que té una distancia de detecció entre els 15 i els 500 mil·límetres, i per tant ens permetia posar el sensor a molt poca distància de l'element que volíem detectar. A més, el fet de tenir supressió de fons, suposava que no hi havia problemes amb els diferents colors de les targetes ni dels papers.

A part dels sensors de detecció de les targetes i del sensors de detecció del paper a la entrada de la cinta de desplaçament i de posició del paper al sistema de plegat, es necessitava un sensor que veiés el topall per a inicialitzar la posició del servomotor. Es va optar per posar el mateix sensor per a fer aquesta operació per estandaritzar el tipus de sensors que s'utilitzaven.

El model WTB420-P140 incorpora un petit potenciòmetre a la part lateral per a poder calibrar el punt de detecció en cada cas i un petit selector per a poder donar un temps d'espera de fins a 0,1 segons des de la detecció fins a que s'envia la senyal de que la peça està en posició. Aquesta opció és molt interessant per a poder donar una mica de temps a la peça per a que s'acabi de posicionar des de que es detecta fins a que es dóna pas a la següent operació, però en el cas d'aquesta màquina no s'utilitza, per tant està en la posició "OFF" en tots els casos.

4.7 Quadre elèctric

Tots els elements elèctrics de la màquina inclosos el seu interruptor general, l'interruptor diferencial, els endotèrmics, variadors de freqüència, el PLC amb tots els seus mòduls i la font d'alimentació està tot recollit dintre del quadre elèctric de la màquina, situat a la part inferior de la cinta de desplaçament.



Figura 29: Quadre elèctric de la màquina

Aquest quadre elèctric conté l'interruptor general de la màquina situat al mig de la seva porta i conté totes les proteccions que contempla la normativa com la derivació a terra dels seus components que es fa a través de la carcassa de la màquina.

S'ha de tenir en compte que al tractar-se d'una màquina petita de baixa intensitat, la seva alimentació és monofàsica i per tant no hi ha cap element trifàsic a la màquina.

4.8 Proteccions

Tots els elements elèctrics de la màquina estan protegits de les possibles pujades i baixades de tensió de la xarxa elèctrica, les quals poden fer que el consum de la màquina pogués augmentar fins al punt que es pugui cremar alguna o varies parts del circuit elèctric.

Aquesta protecció s'ha fet mitjançant l'interruptor general, l'interruptor diferencial i els interruptors magneto tèrmics. D'altra banda, cada sortida del PLC està aïllada mitjançant un relé per a evitar cremar el MOSFET i cada motor disposa d'un variador de freqüència, per a poder variar la velocitat i per tant, disposa dels seus fusibles en cas de sobrecarrega.

4.8.1 Interruptor general

L'interruptor general de la màquina està situat a la porta del quadre elèctric, a la part posterior inferior de la màquina i la seva funció és deixar la màquina sense tensió per a tenir-la totalment desconnectada de la xarxa elèctrica.

Es tracta d'un interruptor que desconnecta la fase i el neutre, i és d'obligat ús sempre que es manipuli la part elèctrica de la màquina en cas de reparació o manteniment.

A més es tracta d'un interruptor que pot suportar una corrent de fins a 40 ampers ja que per ell, passa tota la alimentació de la màquina.



Figura 30: Interruptor general

4.8.2 Interruptor diferencial

L'interruptor diferencial és el primer element que hi ha dintre del quadre elèctric i la seva funció és protegir el circuit de qualsevol possible pic de corrent de la xarxa elèctrica que pugui alterar el correcte funcionament dels elements elèctrics del circuit, i protegir a les persones que puguin manipular la part elèctrica de possibles derivacions causades per falta d'aïllament, evitant que la persona pogués rebre una descarrega perillosa si la corrent sobrepassés intensitats al voltant de 30mA.



Figura 31: Interruptor diferencial i interruptors magneto tèrmics

L'interruptor diferencial escollit tenint en compte el consum total aproximat de tots els elements de la màquina, és de 40A, amb una protecció de 30mA i amb un temps de resposta màxim de 30ms complint per tant les exigències del REBT (Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió).

4.8.3 Magneto tèrmic

L'interruptor magneto tèrmic té la funció de desconnectar la màquina en cas de fugues de corrent detectant un possible consum excessiu de la màquina. El magneto tèrmic s'ha d'ajustar a la corrent necessària de cada part de la màquina per tal de poder detectar aquest augment de consum.

A la hora de dissenyar l'esquema elèctric es va separar en tres blocs la alimentació del sistema per així poder trobar millor la situació de l'error en cas de que es desconnectés l'interruptor magneto tèrmic per sobrecarrega.

Per una banda, amb un magneto tèrmic de 5A, es va posar la font d'alimentació de 24 continua, que s'encarrega de la alimentació del PLC, incloent-hi els seus mòduls d'entrades i sortides, i el Hub de Ethernet, necessari per a la comunicació dels diferents elements.

Per una altra banda, es va dotar d'un interruptor magneto tèrmic de 10A, la part dels motors, on hi ha els dos motors de les cintes de sortida, el servomotor, ja que en cas de que provoquessin una sobrecarrega, no es parés tota la màquina.

Finalment, es va separar en una altra via, la bomba dispensadora de cola, ja que al tenir les resistències per a poder escalfar la cola tant al dipòsit, al tub que porta la cola fins a la pistola, i al capçal de la pistola, el seu consum puntual quan s'engega la màquina i s'activen totes les resistències, pot arribar a ser elevat.

4.8.4 Protecció del Motor

Tot i que normalment els motors venen accionats per contactors, que són relés de potencia amb protecció, especials per a motors, en aquesta màquina es va pensar el variadors de freqüència per a poder variar les velocitats de les cintes de sortida en funció de la mida del material plegat.

A l'hora de muntar el sistema amb els dos motors i els dos variadors de freqüència corresponents, es va tenir en compte un motor i un variador que hi havia al taller de l'empresa. Per aquest motiu, es van fer servir dos variadors de freqüència diferents.

El primer variador, concretament el de la dreta de la figura 32, és el model *PowerFlex 4* de la marca *Rockwell*, que està dissenyat per a motors de fins a 0.2Kw de potencia, donat que el motor de la cintes de sortida té una potència de 0,126KW. I per al motor dels rodets de la plegadora, el qual té una potència de 0,09KW, es va utilitzar un variador *Omron* de la sèrie V7 mini per motors de fins a 0,1KW.



Figura 32: Variadors de Freqüència

Aquests variadors ja tenen un contacte per on se'ls pot donar la senyal des del PLC i a més tenen les seves corresponents proteccions per un cas de que el motor tingués alguna sobrecarrega, i en cas de qualsevol problema, es para el variador i salta un missatge d'error a la pantalla del variador amb la paraula "fus" i un numero corresponent al fusible que ha saltat. Tan sols reiniciant el variador ja es torna a rearmar.

D'altra banda, el servomotor, a través del seu controlador, també té fusibles electrònics que salten en cas de qualsevol sobrecarrega. Al igual que en el cas dels variadors, s'ha de parar el controlador del servomotor per a poder-lo rearmar.

4.9 *Electrovàlvules pneumàtiques*

A causa de la gran quantitat de pistons pneumàtics que hi ha al sistema, s'ha de tenir en compte que es van haver d'incorporar moltes electrovàlvules per a poder accionar tots aquests pistons.

A la hora de muntar la màquina, es va pensar en la possibilitat d'incloure un segon quadre amb totes les electrovàlvules a dintre, però la distància entre els pistons, implicava llargs recorreguts de tub fins a la seva electrovàlvula corresponent. Veient les diferents opcions del mercat, es va trobar un tipus d'electrovàlvula molt petita, que cabia molt bé entre la bancada de la màquina i el quadre elèctric, i d'aquesta manera, es podien tenir les electrovàlvules corresponents a cada pistó, a sota mateix de la posició del pistó.



Figura 33: Posició de les electrovàlvules pneumàtiques

D'altra banda, tenint en compte que la bomba d'aspiració d'efecte venturi tenia un caudal d'aire important, es va optar per posar unes electrovàlvules de més capacitat, per alimentar les bombes. Aquestes es poden apreciar acompanyades a la bomba de succió a la Figura 33.

5. PLC

5.1 Introducció

L'esquema elèctric d'aquesta màquina està basat en el seu controlador, el PLC.

El PLC consta d'una sèrie d'entrades i sortides digitals, moltes de les quals estan aïllades a través de relés, els ports sèrie per als lectors de codis de barres, i el port d'Ethernet per on es comunica amb la pantalla i les extensions de sortides i entrades.



Figura 34: PLC de la màquina i extensions d'entrades i sortides

El servomotor i els motors de les cintes també es comuniquen amb el PLC a través d'entrades i sortides digitals que es comuniquen amb els controladors adients per a cada motor.

El PLC que es va escollir per a aquest projecte va ser un *Rockwell CompactLogix 1769-L23E*. Aquest controlador està format per una CPU que inclou port d'Ethernet i port RS-232 per a comunicació, un mòdul adjunt amb 16 entrades digitals, i un altre amb 16 sortides digitals.

Aquesta CPU té una memòria d'usuari per a la programació de 512KB, la qual es va pensar que era més que suficient per a la seva programació.

La alimentació d'aquest PLC és de 24v DC, es a dir que és externa, i per tant es va incloure una font d'alimentació de continua per a alimentar el PLC i els diferents elements que funcionen amb aquest voltatge. Per a fer-ho es va escollir el model *Allen-Bradley 1606-XLE120EE* que té una corrent de sortida de 5A.



Figura 35: Font d'alimentació i Hub d'Ethernet

Amb la posterior ampliació de la màquina, es va haver de complementar el nombre d'entrades i sortides digitals, així com també incloure dos ports sèrie per a poder-hi posar els lectors. En el cas dels lectors, es va optar per incloure un mòdul en el seu “*Compact Bus Master*”, és a dir en el bus de comunicació que té inclòs en la mateixa CPU i al qual s'hi connecten els mòduls a través del connector DIN que té a la part dreta del PLC. El mòdul que es va escollir, és el 1769ASCII/A tal i com es pot veure a la figura 34, aquest, inclou dos ports sèrie per on ens podem comunicar amb els dos lectors de codis de barres.

D'altra banda, es va veure que es necessitaven tres mòduls d'entrades i sortides, que junt al dels ports sèrie, sobrepassaven el número màxim d'extensions que es poden aplicar al bus de la màquina. Per tant, es va optar per incloure un mòdul d'expansió anomenat PointIO. Aquest mòdul d'expansió es comunica mitjançant Ethernet i donant-li un número d'IP fix, se li poden afegir 4 mòduls d'entrades o sortides que es comuniquen amb el PLC com si estiguessin al mateix bus, descarregant així el bus principal del PLC.



Figura 36: Mòdul d'extensió PointIO

El fet de que aquest mòdul es comunicués per Ethernet va obligar a incloure un Hub d'Ethernet, ja que la pantalla d'interacció amb l'usuari també es comunica amb aquest bus, i per tant, al tenir 3 dispositius que funcionessin amb això suposava haver de tenir un dispositiu per a que els gestionés.

Al mòdul PointIO 1734 AENT, tal i com es pot apreciar a la figura 36, se li van posar tres de les quatre ampliacions possibles que es poden posar en un mateix xassís. Concretament es van posar dos mòduls d'entrades i un de sortides digitals per a poder incloure tots els pistons que feien falta per a poder posar tres dispensadors de targetes a la màquina, tots amb els seus finals de carrera per tenir tot el procés ben controlat.

5.2 Entrades Digitals

Les entrades digitals del PLC igual que les seves sortides, només agafen dos estats, activat o desactivat, sense tenir en compte valors entremetjats com seria en el cas de les entrades analògiques. En el nostre PLC, al igual que en la majoria de PLC que hi ha al mercat, quan la entrada està a 0 volts la tenim desactivada o a 0, i quan la entrada té una tensió de 24 volts de continua, esta activada o a 1.

Tenint en compte que amb les 16 entrades digitals que conté el PLC no n'hi havia prou per a encabir totes les senyals digitals que hi havia al sistema, es van incloure mitjançant el PointIO, dos expansions de 8 sortides, anomenades 1734-OB8/C, que amplien en 16 el nombre d'entrades digitals disponibles al sistema, sumant un total de 32.

Les entrades digitals d'aquest sistema d'enganxat i plegat de targetes està dividit en quatre grups. Per una banda tenim les cèl·lules que ens serveixen per detectar en qualsevol moment en quina posició es troben les targetes o els papers D'altra banda tenim tots els finals de carrera per saber en tot moment si el pistó corresponent a cada operació ha arribat al seu punt d'inici o al punt final per a poder realitzar correctament la operació. També per una altra banda tenim les entrades corresponents al servomotor, que ens diuen en tot moment el seu estat, i finalment els botons del quadre de comandaments.

El primer grup, engloba els sensors per a detectar els diferents productes mentre s'hi estan aplicant els diferents processos que es duen a terme.

El primer sensor que forma part del procés, és una cèl·lula que a la entrada de la cinta de desplaçament del paper. Aquesta comprova que cada vegada que la servo cinta avança, i per tant, se li demana al dispensador de paper que dispensi un paper, aquest funció es compleixi. A partir dels flancs de baixada que fa aquest sensor, es va omplint un registre de desplaçament, que es desplaça cada vegada que el motor avança. D'aquesta manera, en tot moment sabem si hi ha o no paper a la posició que volem fer-hi algun procés per a implementar-lo o no en cas de que no sigui així, evitem que si el dispensador es queda sense paper o el rodet que el treu rellisca, la màquina apliqui cola o targetes sense un suport de paper a on aplicar-ho.

La segona cèl·lula necessària per a saber en tot moment la situació de cada producte és la que comprova que una vegada activat el cilindre dispensador de targetes, hi ha una targeta preparada al final de les guies, es a dir a sota del pistó que aplica la targeta a sobre del paper. Evidentment, tenint en compte que hi ha tres rails dispensadors de targetes, hi ha tres sensors per a detectar a targeta corresponent a cada aplicador.

Aquest sensor, a part de saber quan el dispensador s'ha quedat sense targetes, ja que el cilindre del dispensador arriba al final del seu recorregut però el sensor de targeta posicionada no s'activa, també ens adverteix quan hi ha alguna targeta que per a algun motiu mecànic o per el simple fet de que el plàstic és defectuós, no s'ha dispensat correctament.



Figura 37: Sensors de detecció de la targeta a la zona d'aplicació

És molt important el correcte ajust d'aquest sensor, ja que si aquest sensor no detecta presència de targeta quan el cilindre dispensador arriba al seu final de carrera, salta l'error de falta de targeta i la màquina es para.

Una última fotocèl·lula que detecta quan el paper està posicionat al final dels rodets de la plegadora, és la encarregada de donar la ordre al pistó de la plegadora per a que baixi i introdueixi el paper dintre dels rodets tot doblegant-lo per el punt desitjat.



Figura 38: Sensor de detecció de paper a la plegadora

La funció d'aquesta cèl·lula és senzillament fer baixar el pistó quan detecta un paper i està en mode automàtic.

El segon grup d'entrades digitals està format per els finals de carrera dels cilindres pneumàtics. El cert és que a la màquina hi ha molts cilindres, en concret set, i en tot moment, s'ha de tenir control de on es troben ja que les operacions pneumàtiques, per el sol fet de tenir una petita pujada o baixada de pressió, poden variar el seu temps de resposta. Per tant, la millor manera és saber quan arriba el pistó al punt desitjat per a poder així donar pas a la pròxima operació el més aviat possible.

Per una banda hi ha els finals de carrera dels tres pistons dispensadors de targetes que hi ha, un a cada rail. Aquests, són els encarregats de comprovar que la targeta es dispensi cap a la zona d'aplicació sense cap problema. El sensor de cilindre en repòs, ens serveix per a que cada vegada que es demana la ordre de dispensar una targeta, el pistó hagi acabat la operació anterior, i no estigui encara dispensant la targeta anterior. I el final de carrera del cilindre dispensador activat, ens informa de que la targeta ja s'ha acabat de dispensar, i després de comprovar que la targeta està posicionada a la zona d'aplicació mitjançant el sensor de presència de targeta, ja es pot aplicar al paper.

D'altra banda, tenim els finals de carrera dels cilindres d'aplicació de targeta al paper.

L'últim pistó és el del plegat del paper. En aquest cas no es va posar un sensor per saber quan el pistó estava en repòs i un per saber quan estava activat. En aquest cas es va creure necessari posar un final de carrera en el moment en que el tallant toca el paper, ja que aquesta senyal dispara un bufador que aixeca el pes de la targeta, i l'altre final de carrera a baix de tot, per saber quan la vàlvula del pistó s'ha de desactivar.



Figura 39: Cilindre d'aplicació de targeta amb els seus sensors de final de carrera

Com es pot apreciar a la figura 39, el sensor de final de carrera superior, està activat, ja que el pistó està en la seva posició de repòs. Aquest, és molt important a la hora de dispensar una targeta, ja que si la targeta es dispensés quan el pistó estigués a baix, aquesta toparia amb el cilindre d'aplicació. D'altra banda, el final de carrera inferior, ens senyala que el pistó ha arribat al final del seu recorregut, i que per tant, la targeta ja està aplicada a sobre del paper. Això ens permet tornar el pistó ala seva posició inicial lo abans possible per a poder dispensar ràpidament la pròxima targeta.

Una altra part de les entrades digitals, estan destinades a controlar el servomotor. El controlador del servomotor *Allen-Bradley Ultra3000* té una sèrie de sortides digitals que donen informació en tot moment de quin és l'estat en el que es troba el servomotor, i que són essencials per a poder controlar el funcionament de la màquina.

Per una banda, tenim la senyal de servomotor habilitat. Aquesta és una funció que s'ha de fer a la màquina només engegar-la, ja que serveix per donar tensió al motor, i per tant, sense haver-li donat tensió, no es pot realitzar cap operació. En cas de voler moure l'eix del servomotor, sigui per avançar manualment els topalls de corretges que estiren el paper, o per algun error de la màquina, pressionant el parada d'emergència, el motor es des habilita, i es pot moure ja que no té tensió.

Una altra entrada del PLC s'utilitza per saber si el servomotor ha trobat la seva referència inicial, es a dir si s'ha fet lo que hem denominat a la màquina com a "Home". Una vegada el motor ha estat habilitat, i per tant, ja té tensió, s'ha de donar referència al inici, per a que sàpiga a quina posició ha de començar a contar l'avanç. El controlador del servomotor, inclou un sensor de tal manera que el motor avança fins que aquest motor es tapa. En aquest punt on es tapa, el motor es referència, i cada vegada que faci un avanç, contarà el numero de voltes assignat al *indexing*, partint des d'aquesta posició.

Així doncs, una vegada el servomotor ja té referència d'inici, la entrada digital assignada a aquesta funció, es posa a 1 digital i el PLC sap que ja pot començar les operacions amb el servomotor. Finalment, quan ja tenim el servomotor amb referència i habilitat, tenim dues entrades digitals més que ens permeten saber si el servomotor està preparat per a poder-li donar la ordre d'avançar, i a més podem saber si el servomotor està en moviment.

Com a últim grup d'entrades, tenim les que corresponen als botons del quadre de comandaments. Ja que cada vegada que es pressiona un botó, es fa arribar tensió a una entrada del PLC, i per tant, aquest sap que s'ha pres el boto assignat a aquella entrada.

Al quadre de comandaments, tenim un botó que correspon a la ordre de donar marxa a la màquina, un botó corresponent a la ordre de parar la màquina, el qual pot ser immediat o controlat, opció que es pot configurar des de la pantalla de comandament, depenent de si es vol buidar la màquina cada vegada que es pari, o parar immediatament sense treure els papers que queden a la cinta de la màquina.

També disposem d'un botó de rearmament, que serveix per varies opcions com la d'habilitar el servomotor quan s'engega la màquina o de treure els errors quan hi ha diferència en la comparació dels codis de barres,

Evidentment, tal i com exigeix la normativa, també es disposa d'un parada d'emergència que anul·la tots els moviments del sistema immediatament.

Totes aquestes entrades digitals queden distribuïdes al PLC de la següent manera:

	Numero d'entrada	situació	Descripció
1	I0.0	PLC	Servomotor habilitat
2	I0.1	PLC	Servomotor amb referència
3	I0.2	PLC	Servomotor en moviment
4	I0.3	PLC	Servomotor preparat
5	I0.4	PLC	Botó parada d'emergència
6	I0.5	PLC	Botó marxa màquina
7	I0.6	PLC	Botó parada màquina
8	I0.7	PLC	Boto rearmament
9	I0.8	PLC	Sensor detecció paper a la sortida del dispensador
10	I0.9	PLC	Final de carrera cilindre dispensador 1 activat
11	I0.10	PLC	Final de carrera cilindre dispensador 1 en repòs
12	I0.12	PLC	Fotocèl·lula detecció targeta 1
13	I0.13	PLC	Final de carrera cilindre aplicador 1 en repòs
14	I0.14	PLC	Final de carrera cilindre aplicador 1 en activat
15	I0.15	PLC	Fotocèl·lula detecció paper en plegadora
16	I1.0	Expansió 1	Fotocèl·lula detecció targeta 2
17	I1.1	Expansió 1	Final de carrera cilindre aplicador 2 en activat
18	I1.2	Expansió 1	Final de carrera cilindre aplicador 2 en repòs
19	I1.3	Expansió 1	Final de carrera cilindre dispensador 2 en repòs
20	I1.4	Expansió 1	Final de carrera cilindre dispensador 2 activat
21	I1.5	Expansió 1	Fotocèl·lula detecció targeta 3
22	I1.6	Expansió 1	Final de carrera cilindre aplicador 3 en activat
23	I1.7	Expansió 1	Final de carrera cilindre aplicador 3 en repòs
24	I2.0	Expansió 2	Final de carrera cilindre dispensador 3 en repòs
25	I2.1	Expansió 2	Final de carrera cilindre dispensador 3 activat
26	I2.2	Expansió 2	Final de carrera cilindre plegador a baix
27	I2.3	Expansió 2	Fotocèl·lula detecció paper al plegador
28	I2.4	Expansió 2	Final de carrera cilindre plegador tocant el paper

Tenint en compte que s'han posat dues ampliacions d'entrades digitals, encara hi ha una entrada en el PLC i tres entrades en la segona expansió del PointIO que no s'utilitzen, i per tant, queden disponibles per a futures modificacions.

5.3 Sortides digitals

Al igual que les entrades digitals, les sortides digitals, permeten només tenir dos estats, activat o desactivat, on el primer ens dona un voltatge de 0 volts i el segon ens dona un cert voltatge per activar algun element, que canvia en funció del model de PLC.

En el cas del PLC que s'ha utilitzat per a fer aquest projecte, ens trobem amb 16 sortides digitals que estan incloses en la mateixa CPU, i que tenen un voltatge quan estan activades de 24 volts en continua. Per tant, tots els elements que s'han d'activar a través del PLC, ho han de fer amb aquest voltatge, i tenen un temps de retard màxim de 1ms.

Un altre element molt important a tenir en compte, és que el fabricant, marca que la intensitat màxima que ha de suportar la sortida digital, ha de ser de 24 volts, ja que aquestes sortides, estan implementades amb transistors, i és fàcil cremar-les.

Per a evitar possibles problemes amb les sortides digitals, es va optar per aïllar-les totes a través de relés, per així tenir una intensitat mínima a la sortida, ja que només s'actua sobre la bobina del relé, mentre que el contacte del relé és el que suporta la corrent de l'element.



Figura 40: Sortides digitals del PLC connectades a relé

El relé que es va triar per a fer aquesta funció, va ser un relé de dues vies que pot suportar corrents de fins a 8A, per a poder separar el positiu i el negatiu en cas de que l'element sigui de corrent continua, i separar el neutre i la fase en cas de que l'element sigui de corrent alterna.

D'alta banda, tenint en compte que no hi havia prou sortides digitals per a implementar tots els elements de la màquina, s'hi va incloure mitjançant el mòdul PointIO, una expansió de 8 sortides digitals denominat 1734-OB8E/C. Al igual que les sortides incorporades a la CPU, aquestes sortides s'activen amb 24 volts de corrent continu, tenen una carrega màxima d'1A per sortida digital, i el seu temps de resposta màxim, és igualment de 0,1ms.

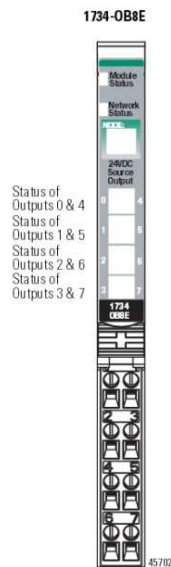


Figura 41: Expansió de sortides digitals del mòdul PointIO

Un primer bloc principal de les sortides, va ser el de les electrovàlvules que actuen els pistons pneumàtics.

Per una banda, tenim els tres pistons, un corresponent a cada dispensador, que alimenta la targeta dintre del rail que va a parar al pistó aplicador. Per a poder activar cada rail per separat, es disposa de tres electrovàlvules de 24 volts de continua, aïllades amb el seu relé corresponent.

D'altra banda, per al procés d'aplicar la targeta, es disposa de dues electrovàlvules per a cada rail. En un principi es va creure necessari aïllar en dues sortides diferents, la activació del pistó que aplica la targeta, i en una altra sortida, la bomba de succió que aguanta les targetes amb les ventoses mentre s'apliquen des del rail del dispensador a sobre del paper. Però quan es van fer les proves, es va veure que quan s'activava el pistó de baixada de l'aplicador, s'havia d'activar al mateix temps la bomba de succió per a que la targeta no es mogués, i per tant, es van poder activar les dues electrovàlvules amb la mateixa sortida. Tot i això, tenint en compte que el caudal de la bomba de succió era molt alt, es va posar una electrovàlvula de més caudal especial per a aquest ús.

Finalment, tenim dues electrovàlvules més per a la plegadora, una és al encarregada d'activar el pistó que fa baixar la xapa metàl·lica que fa el plec al paper i l'introdueix dintre dels rodets, i l'altre és la que activa el bufador. Aquest bufador, és necessari per a aixecar el pes de la targeta, ja que sense ell, la targeta no s'aixeca i el paper es queda travat abans d'entrar als rodets que el pressionen.

D'altra banda, tenim moltes altres sortides variades per a activar els diferents elements que inclou el sistema.

Tenim per exemple, quatre sortides dirigides al control del servomotor. Per una banda tenim la sortida que habilita el servomotor, la qual s'ha d'activar només engegar la màquina pressionant el botó de rearmament, tenim la sortida “*Start homming*”, corresponent a donar la referència d'inici al servomotor per a que calculi la distancia que avança cada vegada a partir del punt desitjat. Tenim la sortida “*Start indexing*”, que és la encarregada de donar un avança la màquina, el qual ja haurà estat programat al controlador del servomotor. I tot i que encara no està disponible a la programació actual, es va connectar una última sortida al controlador del servomotor, per a utilitzar en modificacions futures com a selector per a diferents velocitats. A partir d'aquesta sortida, podrem programar dos velocitats diferents al controlador del servomotor “Ultra3000”, i poder seleccionar la velocitat en funció del treball a realitzar.

També es van habilitar dues sortides digitals per a dos pilots lluminosos ubicats als botons del quadre de comandament. Un per al botó de marxa, que ens indica quan la màquina està engegada, i un altre al botó de rearmament que fa llum intermitent en cas d'error quan la màquina es para, tal i com es veu a la figura 42.



Figura 42: Botons del quadre de comandaments

Uns altres elements que s'activen a través de les sortides digitals, són el sistema dispensador de paper, al qual se li dona una senyal de 50ms per a que dispensi un paper i es torni a quedar amb el pròxim preparat i el dispensador de cola, al qual se li dóna una senyal més curta o més llarga en funció de la mida del punt de cola desitjat.

Al crear el prototip del sistema, on es va pensar posar el punt de cola a partir d'una pistola de posar cola d'ús manual, es van assignar dues sortides per a aquesta operació. Una havia d'activar un pistó que accionava el gatell de la pistola de cola, i la altra havia d'abaixar la pistola per a que quan pugés es tallés el fil de cola que quedava penjant. Evidentment, al crear el sistema definitiu, dotat d'un equip professional per a posar punt de cola, es va necessitar només una sola sortida per a disparar el punt de cola.

Inicialment, per al sistema de plegat del paper, a part de dues electrovàlvules per a accionar el pistó i el bufador, s'hi havien destinat tres sortides digitals més per a poder engegar i parar les cintes de forma automàtica quan la màquina es posés en mode automàtic i un motor a part per als rodets que pressionen el paper una vegada plegat. Una vegada la màquina va estar en proves i es va comprovar que el fet de que la cinta de la plegadora es parés a causa d'algun error, causava que el paper es trenqués en moltes ocasions, i el motor dels rodets que posicionaven el paper, podia a la vegada accionar els rodets que pressionaven el paper una vegada doblegat. Aquest fet, va fer plantejar la opció de posar botons a part del sistema automàtic, per a engegar i parar les cintes de sortida i anular el motor dels rodets de pressió. Tot i això, el cablejat des del PLC, hi va quedar instal·lat per si en futures modificacions hi fes falta.

Les sortides digitals, queden distribuïdes als diferents mòduls del PLC de la següent manera:

	Numero de sortida	situació	Descripció
1	O0.0	PLC	Habilitar servomotor
2	O0.2	PLC	Inici <i>Homming</i> servomotor
3	O0.3	PLC	Inici <i>Indexing</i> servomotor
4	O0.4	PLC	Selecció programa servomotor (velocitat)
5	O0.5	PLC	Pilot del botó de marxa de la màquina
6	O0.6	PLC	Pilot del botó de rearmament de la màquina
7	O0.8	PLC	Sistema dispensador de paper
8	O0.9	PLC	Sistema dispensador de cola
9	O0.10	PLC	Bufador de la plegadora
10	O0.11	PLC	Pistó dispensador de targeta 1
11	O0.12	PLC	Pistó aplicador de targeta i succió 1
12	O0.14	PLC	Motor plegadora
13	O1.0	Expansió 3	Pistó dispensador de targeta 2
14	O1.1	Expansió 3	Pistó aplicador de targeta i succió 2
15	O1.2	Expansió 3	Pistó dispensador de targeta 3
16	O1.3	Expansió 3	Pistó aplicador de targeta i succió 3
17	O1.4	Expansió 3	Pistó plegadora
18	O1.5	Expansió 3	Cinta sortida plegadora
19	O1.6	Expansió 3	Motor rodets de pressió de la plegadora

5.4 Ports sèrie

La necessitat d'incloure un port sèrie per a poder gestionar els dos lectors de codis de barres, va donar la possibilitat d'ampliar el PLC amb una expansió de dos ports de RS-232, per així deixar el port de comunicació de la CPU lliure.

Així doncs, els lectors de codis de barres es van implementar mitjançant una expansió connectada mitjançant el connector DIN del PLC al bus principal de la CPU.

El mòdul d'expansió 1769 ASCII/A, està connectat als lectors de codis de barres *Wenglor FIS-0003* laser mitjançant una caixa de connexió especial per a aquests lectors, ja que aquests lectors treballen a una tensió d'alimentació de 5v.



Figura 43: Caixa de connexió del lector de codis de barres

Mitjançant aquest mòdul amb una sèrie de paràmetres establerts al lector de codis de barres, aconseguim que enviant per el port rs-232 el caràcter “S”, el lector s’encengui durant 100ms i ens retorni una trama amb els caràcters que ha llegit en hexadecimal.

6. Programari

6.1 Diagrama de flux

A l'hora de crear un sistema, sobretot si es tracta d'un sistema complex on hi ha varis processos que es duen a terme a la vegada, és molt útil, representar l'algoritme de programació de les funcions del sistema, representat en un diagrama de flux.

L'algoritme d'aquesta màquina es basa principalment en la idea de que mentre està la màquina en marxa, es a dir, el que en el programa s'ha denominat com estar en mode automàtic, el servomotor avança i es dispensa un paper a la entrada de la cinta. Una vegada el servomotor s'ha parat, s'aplica la operació corresponent a cada secció, en funció de si hi ha paper o no.

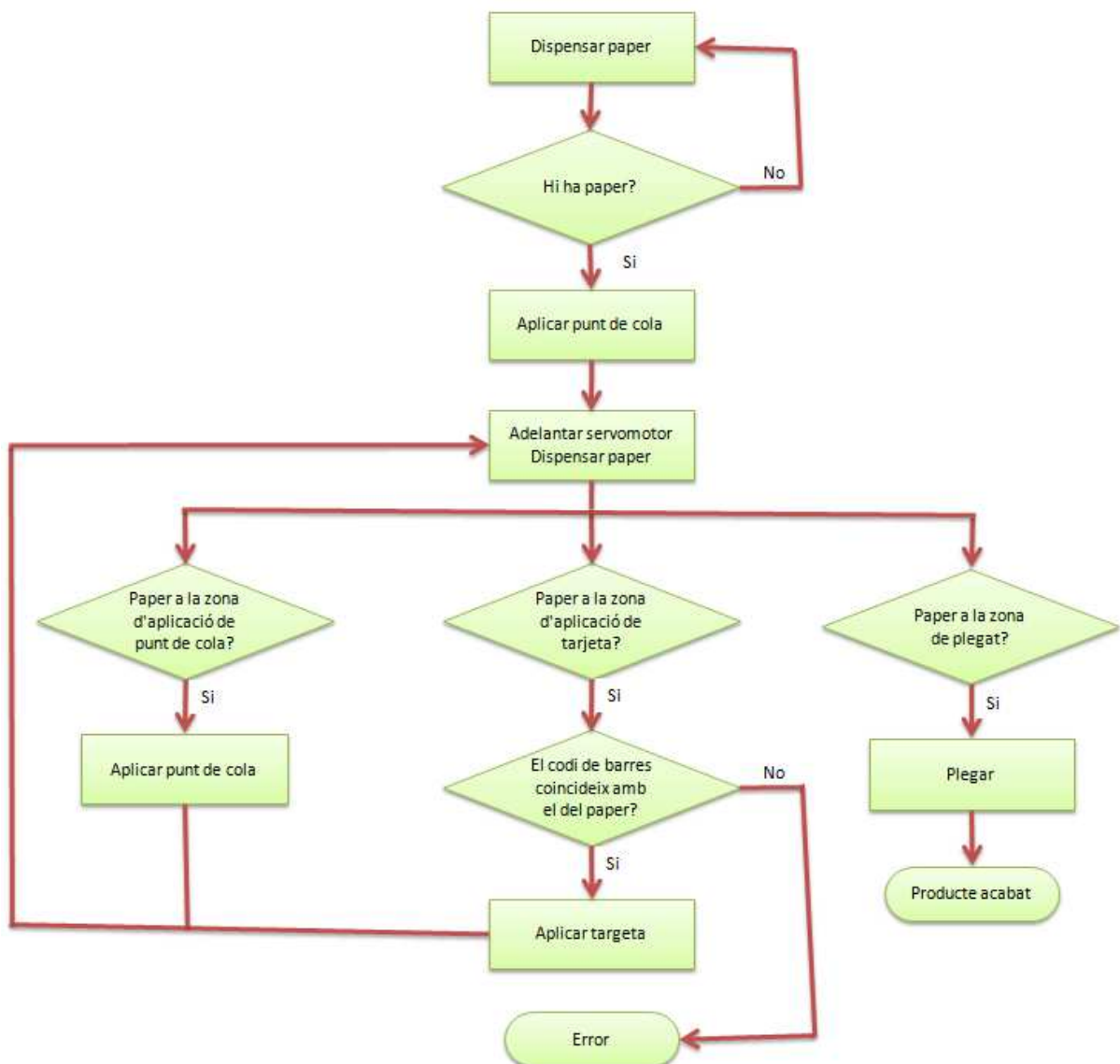


Figura 44: Diagrama de flux del funcionament del sistema

6.2 Interacció amb l'usuari

Tenint en compte les moltes opcions que es poden configurar en aquest sistema, es va creure convenient a part dels botons de Marxa, rearmament d'error, parada i parada d'emergència, era necessari incloure una pantalla per poder manejar totes les variables.

La pantalla escollida per a fer aquesta utilitat, la *Panelview Plus 400*, es programa mitjançant un programa que inclou el *RSLogix5000* que es diu *FactoryTalk View Studio*. Aquest programa, permet crear una connexió amb el PLC, i definir unes variables a la pantalla, que indicant-li el nom que tenen en la programació del controlador, enllaça mitjançant la connexió d'Ethernet.

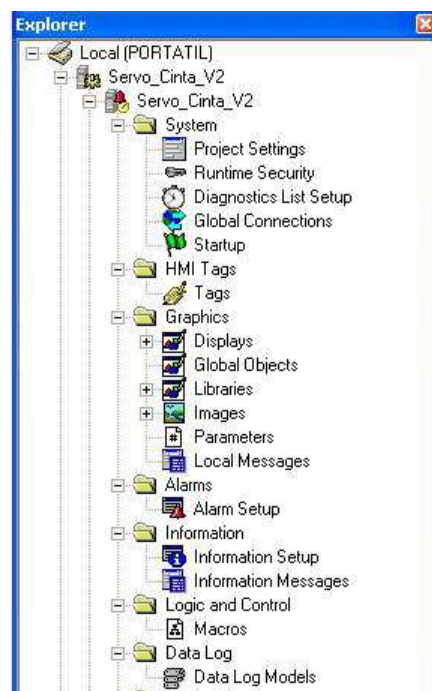


Figura 45: Finestra de l'explorador del programa de configuració de la pantalla

Com es pot veure a la figura 45, des d'aquest programa podem configurar moltes variables. Al primer apartat, "system", definim el model de pantalla amb el que treballarem, i li definim totes les configuracions, des de estalvi d'energia de la pantalla, lluminositat, quina programació ha de executar quan arranca, i li podem definir també si hi ha alguna part de la programació on l'usuari ha d'introduir una contrasenya per a poder-hi accedir, cosa que no s'ha utilitzat en aquest projecte.

L'apartat on es defineixen les pantalles és al apartat de "Displays", ubicat dintre de la carpeta "Graphics". Aquí, és on es defineixen les diferents pantalles i s'hi assignen les diferents variables.

La forma de definir les variables és molt senzilla, ja que una vegada creat el botó o el quadre de text que volem que representi una variable, només hem de fer doble clic a sobre de l'objecte i s'obre la pantalla de propietats del objecte, on hi podem escriure el text que volem que surti a la variable, incloent-hi les variables del PLC.

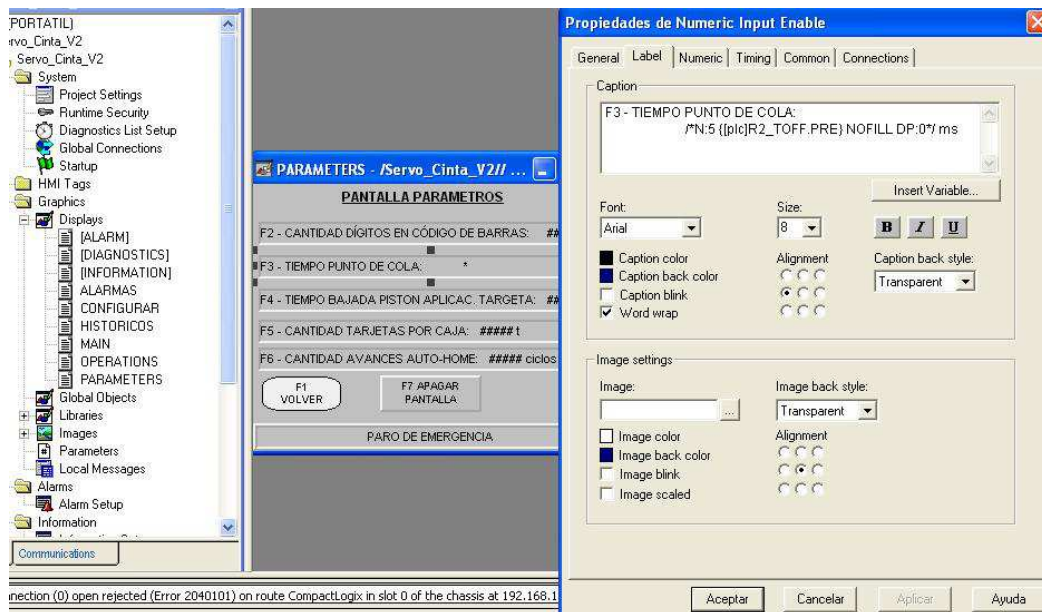


Figura 46: Propietats d'un quadre de text al *FactoryTalk View Studio*

A la figura 46 es pot veure quin és el procediment per crear un quadre de text per canviar el valor d'una variable del PLC. Una vegada creat el quadre text, a la pestanya "Label" de les propietats, se li escriu quin text es vol que hi surti, i s'hi posa la variable del PLC en un cert format per a que una vegada estigui en línia amb el PLC, s'hi visualitzi el valor d'aquesta variable.

A la pestanya "numeric" de les propietats, se li defineix el tipus de variable i el valor mínim i màxim que se li pot assignar, i a la pestanya "connections", se li relacionen les variables que s'utilitzen amb aquest objecte, i tenen referència a una variable del PLC.

Per a definir un botó, el procediment és molt similar.

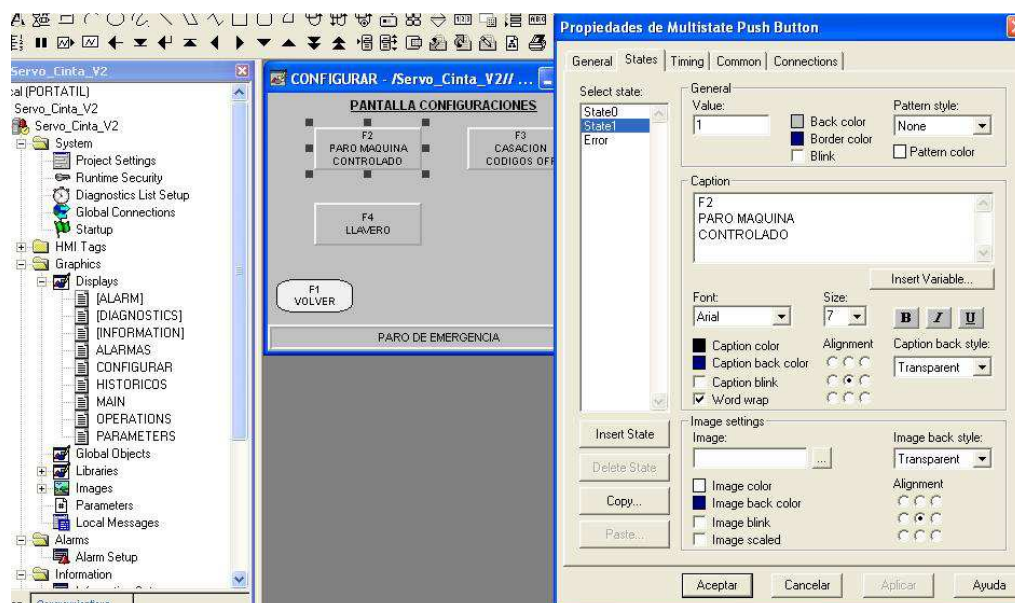


Figura 47: Propietats d'un botó al *FactoryTalk View Studio*

Després de crear el botó, a les propietats de l'objecte, se li assignen els diferents estats que tindrà aquest. A la figura 47, es pot apreciar com s'ha creat un botó per a que la parada de la màquina es faci de manera immediata, o de forma controlada, on la cinta buida totes les fulles quan es pressiona el boto de parada.

Els diferents estats es van recorrent cada vegada que es pressiona la tecla assignada a aquest botó, i la variable assignada a aquest botó, va agafant el valor que s'ha posat al camp "value". Al igual que en el cas del quadre de text, a la pestanya "connections" s'ha d'assignar la variable que volem que assumeixi aquest botó, i relacionar-la amb una variable del PLC.

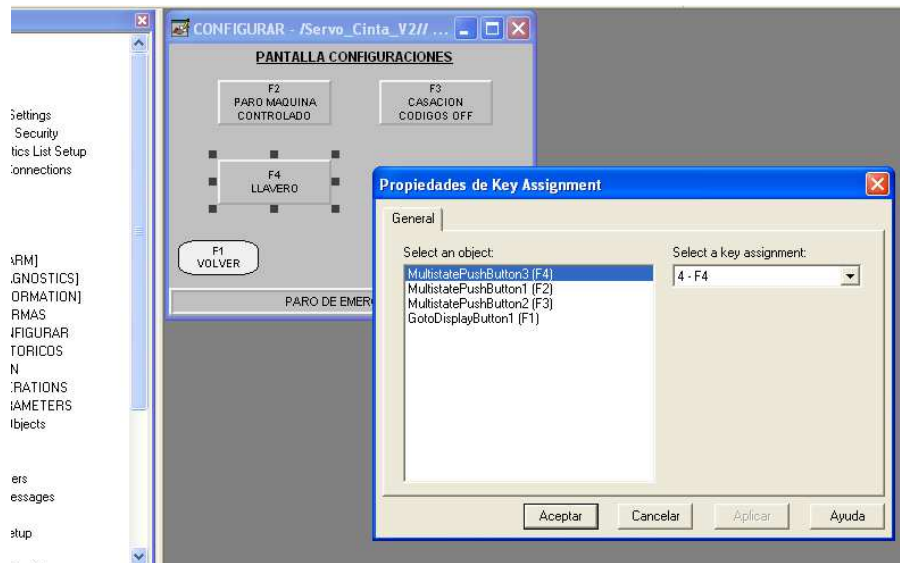


Figura 48: Propietats d'assignació de tecla al FactoryTalk View Studio

Finalment, l'únic pas que resta, és el d'assignar la tecla que canviarà l'estat de l'objecte definit. Per fer-ho s'han d'obrir les propietats d'assignació de tecla, i relacionar una tecla amb cada objecte definit a la pantalla.

En aquest projecte, les pantalles d'interacció amb l'usuari es van distribuir de la següent manera:

Es va fer una pantalla principal, que és la que surt quan la pantalla s'inicia, i a la qual es pot tornar des de qualsevol altra pantalla.



Figura 49: Pantalla Principal

Tal i com es pot apreciar en la figura 49, Aquesta pantalla inclou a part d'un logotip, la velocitat en targetes enganxades per minut, el total de targetes enganxades des de l'últim reinici del acumulador de targetes enganxades, cinc botons que obren les diferents pantalles de les que està composta aquesta programació, i un quadre de text a la part inferior per on es mostra si hi ha algun error.

Les pantalles, queden dividides doncs en 5 botons, la pantalla Paràmetres, on es poden canviar els valors de les variables modificables del PLC, la pantalla Operacions, on es poden aplicar totes les operacions de la màquina per testear si hi ha algun problema amb alguna operació, la pantalla alarmes, que surt per defecte cada vegada que la màquina es para amb algun problema, la pantalla històrics, on van quedant gravats els errors que van succeint, i finalment la pantalla configuracions, on es poden configurar els diferents modes de la màquina.

PANTALLA PARAMETROS

F2 - CANTIDAD DÍGITOS EN CÓDIGO DE BARRAS: ??

F3 - TIEMPO PUNTO DE COLA: ????? ms

F4 - TIEMPO BAJADA PISTON APLICAC. TARGETA: ????? ms

F5 - CANTIDAD TARJETAS POR CAJA: ????? t

F6 - CANTIDAD AVANCES AUTO-HOME: ????? ciclos

F1 VOLVER F7 APAGAR PANTALLA

ERROR DE COMUNICACION

Figura 50: Pantalla Paràmetres

La pantalla paràmetres, tal i com indica el seu nom, serveix per poder canviar els diferents paràmetres que s'han de modificar en funció de les feines que es realitzin.

El primer botó, es a dir la tecla "F1" està configurat per igual a totes les pantalles per a tornar a la pantalla principal.

El primer paràmetre, es la quantitat de dígitos que conté el codi de barres que llegim, ja que tot i que normalment es treballa amb el codi de barres "EAN13" que té una quantitat fixa de 13 dígitos, en alguna ocasió es treballa amb codis de barres més llargs o més curts, i amb aquesta variable se li diu al port sèrie quants dígitos ha de comparar.

El segon paràmetre, el temps de punt de cola, ens permet modificar la mida del punt de cola, acostuma a estar al voltant dels 20ms però en alguns casos en que la temperatura de la cola pot deixar marcada la targeta, s'ha de posar una gota de cola més petita.

El temps de baixada del pistó d'aplicació de targeta, és un temps que es va configurar per a mantenir la targeta pressionada sobre del paper per a que tingués una millor fixació, ja que la cola encara està tova. Tot i així, normalment està desactivat, es a dir que el seu valor és zero. Però en feines on algun procés com el de plegat té el temps massa just, ens pot servir per donar una mica de temps d'espera al sistema.

La quantitat de targetes per caixa, és una variable que es va afegir últimament per a un treball que no anava numerat. El fet d'haver de fer caixes amb un nombre determinat de peces, i que per tant era complicat perquè no es tenia referència, va fer sorgir la possibilitat de que la màquina es parés cada tantes peces, per tancar la caixa i tornar a començar.

Per tant, si es posa una quantitat prou gran com per a que no es pugui parar, com és 50.000, la màquina funciona normal. I si posem una quantitat com 500 peces, la màquina enganxa 500 peces i es para. Una vegada es tor a posar en marxa, ella mateixa reinicia el contador i torna a fer el numero de peces assignat a aquesta variable.

L'últim paràmetre que es va assignar a aquesta pantalla, va ser el numero de peces que ha d'enganxar la màquina fins a tornar a donar referència al motor. El fet és que el servomotor, al cap de moltes operacions, va tenint un petit marge d'error que al cap de 1000 peces pot arribar a ser d'un mil·límetre. Depenent del disseny del producte a enganxar, un mil·límetre d'error, pot ser ridícul, i no representar cap problema, però en dissenys on la targeta va fixada en un requadre molt just, cada 400 o 500 targetes s'ha de donar referència al motor per a poder així tenir la màxima exactitud.

Finalment, en aquesta pantalla es va incloure un botó per a reiniciar el dispositiu en cas d'error de comunicació, ja que anteriorment, si hi havia algun error s'havia de reiniciar tota la màquina, havent de per tant, tornar a habilitar i donar referència al motor posteriorment.

La segona pantalla va ser creada per a poder testejar tots els procediments que hi ha al sistema i poder veure si hi ha algun problema sense haver de tenir la màquina en automàtic. S'ha de tenir en compte que aquests botons no funcionen quan la màquina està en automàtic per a evitar possibles conflictes quan es sistema està en funcionament.

El primer botó serveix per donar referència d'inici al servomotor. Aquest s'ha de pressionar cada vegada que s'engega la màquina o que es surt d'una parada d'emergència, i dona la ordre al servomotor d'avançar fins que trobi el sensor de referència del servomotor que té la cinta a la part inferior.



Figura 51: Pantalla Operacions

El segon botó ens serveix per donar un avanç al servomotor. El tercer botó serveix per donar la ordre de dispensar un paper. El quart botó serveix per aplicar un punt de cola

El cinquè botó serveix per aplicar una targeta. Al activar la variable d'aplicar targeta, el PLC ja té en compte el dispensador que s'està utilitzant en el moment en que es pressiona el botó, i per tant, la targeta que s'aplica és en cada cas la del rail que s'està utilitzant.

El sisè botó d'operacions, serveix per disparar els lectors de codis de barres. La veritat és que aquest és l'únic que no s'acostuma a fer funcionar ja que el lectors inclouen un botó de test a la carcassa del lector.

Les pantalles d'alarmes actives i històrics, ens marquen els errors que van succeint a la màquina, la majoria dels quals acostumen a ser targetes que no corresponen amb el seu lector, o errors de lectura dels lectors de codis de barres. Amb la diferència de que a la pantalla d'alarmes actives, els errors desapareixen cada vegada que la màquina es rearma, i en canvi, a la pantalla d'històrics, els errors s'hi mantenen presents.

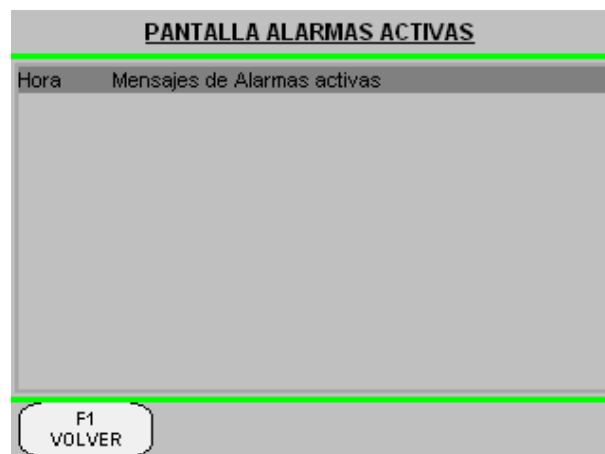


Figura 52: Pantalla Alarmes actives

Finalment, la última pantalla correspon a la configuració dels diferents modes d'operació de la màquina.



Figura 53: Pantalla Configuracions

Tal i com es pot veure a la figura 53, disposem de tres botons de configuració. Per una banda tenim la configuració del tipus de parada, la qual pot ser immediata, es a dir que quan es pressiona el botó de parada tot es queda en el lloc on es troba, o pot ser parada controlada, el qual implica que quan es para el sistema treu tots els papers de la cinta fent lo que s'anomena un buidat.

El segon botó de la pantalla configuracions, ens serveix per activar o desactivar la comparació de codis d barres. I el tercer botó, ens serveix per seleccionar el dispensador que s'utilitza per fer la feina. Tenim tres estats possible, targeta de 0,50mm de gruix, que es dispensa per el primer rail, targeta clauer, que es dispensa per el segon rail, i targeta d 0,76mm de gruix, que es dispensa per el tercer rail.

6.3 Grafcet

El Grafcet és un diagrama funcional que descriu gràficament els diferents estats i comportaments d'un automatisme seqüencial.

Tenint en compte el grau de descripció de les diferents operacions, podem tenir diferents nivells. Els grafkets de nivell 1 tenen una descripció funcional del procés, els grafkets de nivell 2 tenen una descripció tecnològica de la operació, i els grafkets de nivell 3 en tenen una descripció operativa dels seus elements.

Per a poder implementar els diferents processos que s'implementen amb cilindres pneumàtics, es van realitzar els seus grafkets corresponents per a la seva còmoda programació.

6.3.1 Punt de cola

El punt de cola només ha de tenir en compte que el paper s'hagi dispensat correctament i el servomotor s'hagi parat.

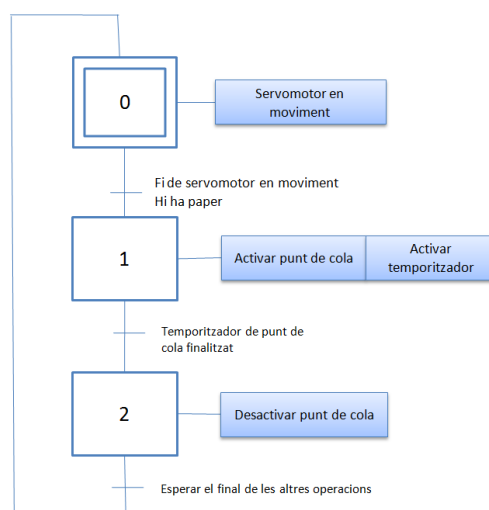


Figura 54: Grafcet de nivell 1 aplicació punt de cola

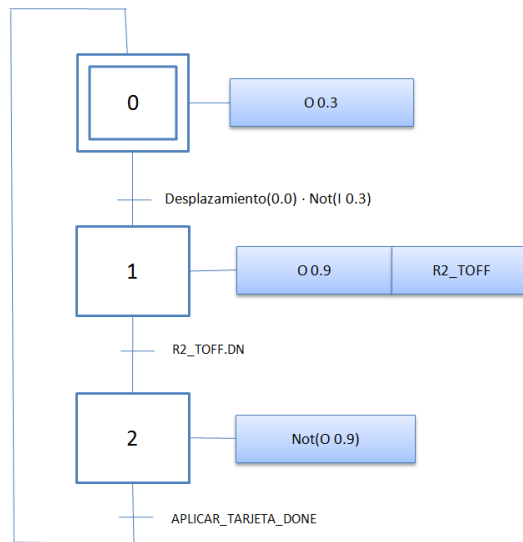


Figura 55: Grafcet de nivell 2 aplicació punt de cola

En aquest segon grafcet, les nomenclatures de les variables, ja son les que estan assignades al PLC.

6.3.2 Aplicació de targeta

La aplicació de targeta, és igual per als tres rails dispensadors, ja que mitjançant una variable anomenada “targeta” a la qual li assignem el valor “1” en cas de que sigui el primer rail, “2” en cas de que vulguem aplicar targetes clauer del segon rail o “3” si volem aplicar targetes del tercer dispensador, activen uns pitons o els altres.

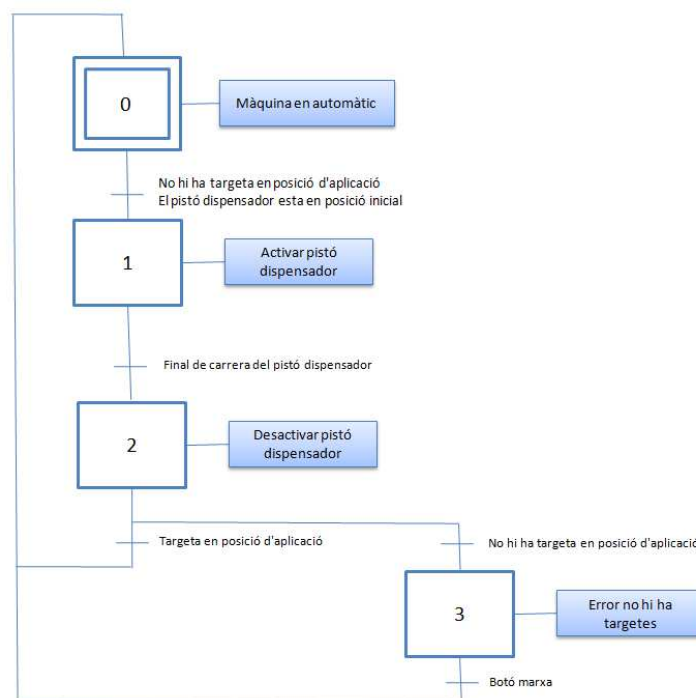


Figura 56: Grafcet de nivell 1 dispensador de targetes

L'aplicació de targetes, està dividida en dos processos diferents, per un costat tenim el procés de dispensar targetes, que mentre esta la màquina en automàtic va dispensant targetes contínuament, i d'altra banda el procés d'aplicació de targeta, que espera a que el paper estigui posicionat al seu lloc i correspongui amb el codi de barres del paper

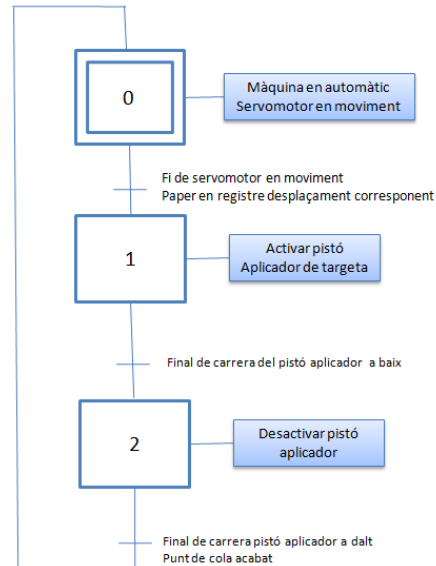


Figura 57: Grafcet de nivell 1 aplicador de targetes

6.3.3 Plegador

El plegador és un procés independent de les altres operacions, ja que el seu transcurs té lloc fora de la cinta de desplaçament. Per aquest motiu només té en compte que la màquina estigui en automàtic i que hi hagi un paper posicionat a la zona de plegat.

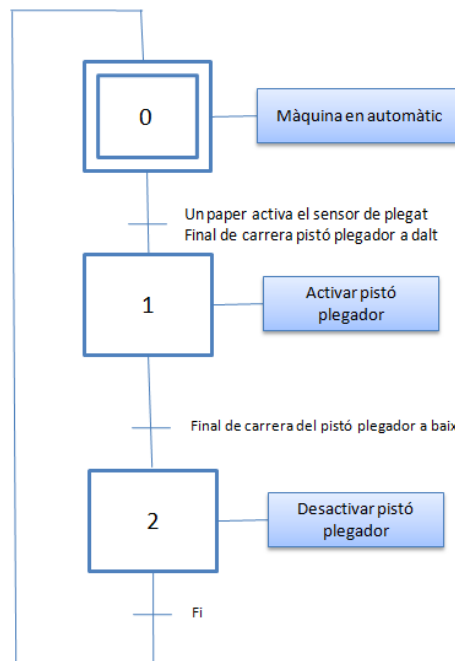


Figura 58: Grafcet de nivell 1 plegador

6.4 Programa definitiu

6.4.1 Eina de programació

Per a la programació i la depuració del programa creat per al PLC, és necessari un ordinador portàtil, així com el software proporcionat per Rockwell “RSLogix 5000”.

Aquest programa permet configurar el PLC amb tots els seus mòduls d'extensió, assignar-li les variables a cada entrada i sortida, i fer la programació així com la depuració del programa comprovant que tot funcioni amb el programa connectat amb el PLC en línia.

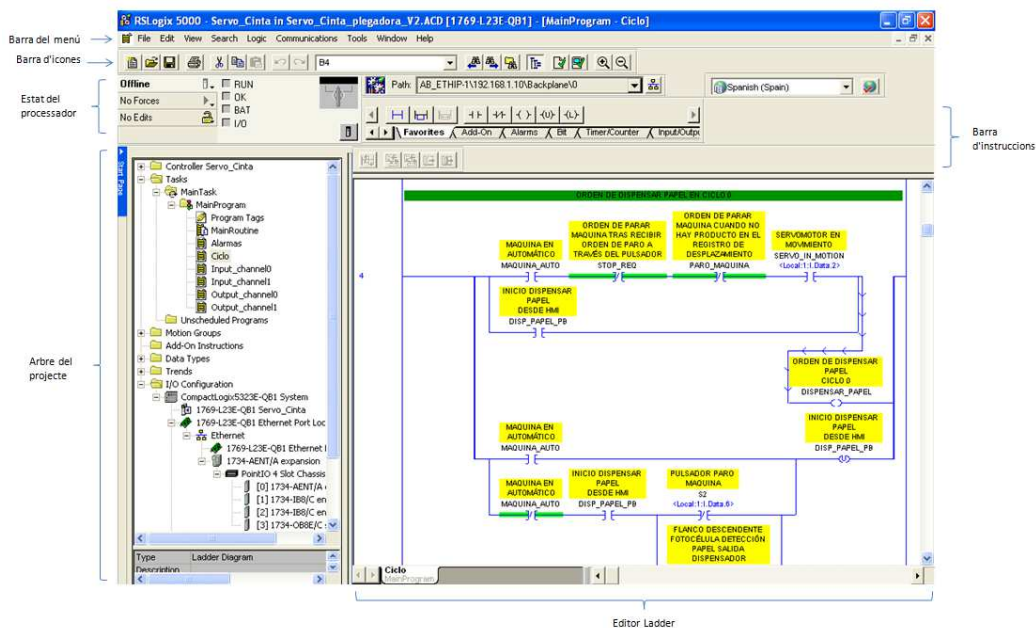


Figura 59: Visió principal del RSLogix5000

El programa RSLogix5000, és un software destinat a la creació dels programes de l'autòmat en llenguatge d'esquemes de contactes o també anomenat lògica d'escala (Ladder)

La barra de menú i la barra d'icones, ens permeten realitzar les diferents opcions elementals de guardar, ajuda, recuperar etc., es a dir les opcions més generals de qualsevol software, tenint en compte que a la barra d'icones tenim accessos directes de les funcions més usades.

LA barra d'estat del processador, ens permet visualitzar i modificar el mode de treball del processador, així com carregar i descarregar el programa al controlador. Amb el mode de treball “Online”, podem donar marxa al procés i veure en temps real sense parar la producció, el programa en funcionament.

A l'arbre del projecte, tenim totes les carpetes i arxius generats pel projecte, com també les variables, les entrades i sortides del PLC i les seves extensions. A la carpeta “Tasks” hi tenim tots els arxius de programació que engloba el projecte.

A la barra d'instruccions hi tenim a través de pestanyes, l'accés de forma ràpida a les instruccions més habituals del llenguatge "Ladder", les quals només arrastrant, les podem incorporar a la finestra del programa "Ladder"

La finestra del programa, conté el programa en format lògica d'escala del projecte que s'està creant. S'hi pot també a sobre de la finestra, escrivint directament des del teclat, o amb la ajuda del ratolí tot arrastrant els objectes procedents de la barra d'instruccions.

6.4.2 Llenguatge de programació

El llenguatge de programació que s'ha utilitzat en aquest projecte és el llenguatge Ladder, també conegut com llenguatge de contactes o d'escala.

Aquest llenguatge està molt estandarditzat dintre la programació d'autòmats ja que esta basat en gràfics dels esquemes elèctrics de control bàsics. D'aquesta manera, un tècnic elèctric amb coneixements bàsics, s'hi pot familiaritzar ràpidament.

Aquí s'hi representen les instruccions més utilitzades per a la realització d'aquest projecte:



Afegir una nova branca al projecte



Crear una branca en paral·lel a la que ja està creada



Contacte normalment obert (XIC), mira si la variable binària està activa (valor=1) i si és així permet el pas a la senyal fins al pròxim element de la branca.



Contacte normalment obert (XIO), examina si la variable binària està inactiva (valor=0) i si és així permet el pas a la senyal fins al pròxim element de la branca.



Activació de la variable (OTE), si les condicions anteriors de la branca es compleixen, i per tant, la senyal arriba fins a aquesta instrucció, la variable s'activa.

LA variable no es desactiva fins que una condició de la branca no deixa de ser certa, i la senyal deixa d'arribar a aquesta instrucció.



Flanc ascendent (ONS), aquesta instrucció combinada amb un contacte obert, fa que la variable de sortida només s'activi quan la variable fa la transició entre 0 i 1, simulant així un botó.



Temporitzador (TON), aquesta instrucció comença a contar el temps prèviament assignat, des del moment en que se li compleixen les condicions de la seva branca.

Una vegada finalitzat aquest temps, sempre i quan no hagi deixat de tenir efecte alguna instrucció que l'hagi desactivat, activa la variable Tx.DN.



Comptador (CTU), aquesta variable s'incrementa cada vegada que hi ha un flanc de pujada en les instruccions que l'activen, es a dir cada vegada que passa de desactivat a activat el seu estat.

6.4.3 Rutines principals

Partint de que la màquina es posa en automàtic al pressionar el botó de marxa i aquest mode no s'atura fins el moment en que hi ha algun error o es premi el botó de parada o parada d'emergència, s'ha de tenir en compte que la màquina sempre esta dispensant papers i fent les operacions que s'escauen a cada posició on es troben situats.

Per a poder tenir control de la posició on es troben els papers en tot moment, hi ha un sensor a la entrada de la cinta, que comprova que cada que el servomotor avança s'hi hagi introduït u paper. Mitjançant un registre de desplaçament, que cada vegada que avança el servomotor es desplaça una posició, podem saber si tenim o no paper per a fer-hi la operació corresponent.

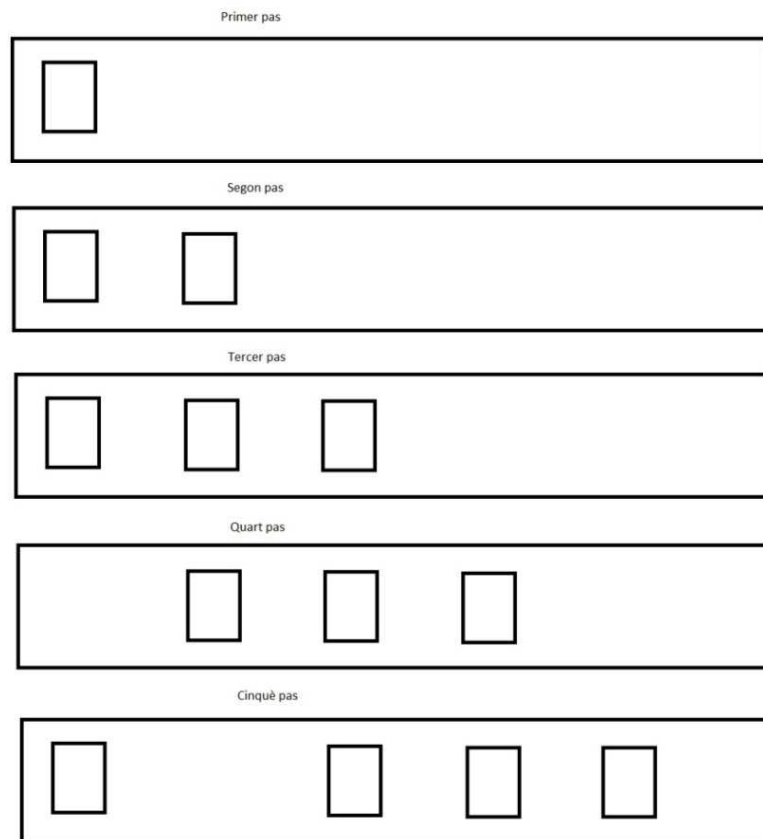


Figura 60: Exemple de registre de desplaçament

Tal i com es pot apreciar a la figura 60, el dispensador de paper va introduint papers a la cinta de desplaçament, i el sensor de la entrada, el que fa és anar introduint a la vegada un “1” lògic o un “0” lògic a la primera posició d’una taula anomenada desplaçament, formada per 5 variables que simulen les 5 posicions de la màquina.

Cada vegada que el servomotor fa un flanc de baixada (es a dir que es para i per tant ha acabat un avanç), totes les variables de la taula passen a la pròxima posició, i la primera variable s'omple amb un "1" si el sensor ha tingut un flanc de baixada (ha passat un paper), o un "0" si no n'hi ha hagut. D'aquesta manera, sabem en tot moment si hi ha paper o no a cada posició.



Figura 61: Flanc descendent del servomotor

A la figura 61 es veu com mitjançant una instrucció de flanc de baixada (osf), controlem cada vegada que el servomotor s'atura mitjançant la instrucció SERVO_IN_MOTION_DSC. També controlem el flanc de pujada ja que ens serveix per dispensar el paper.

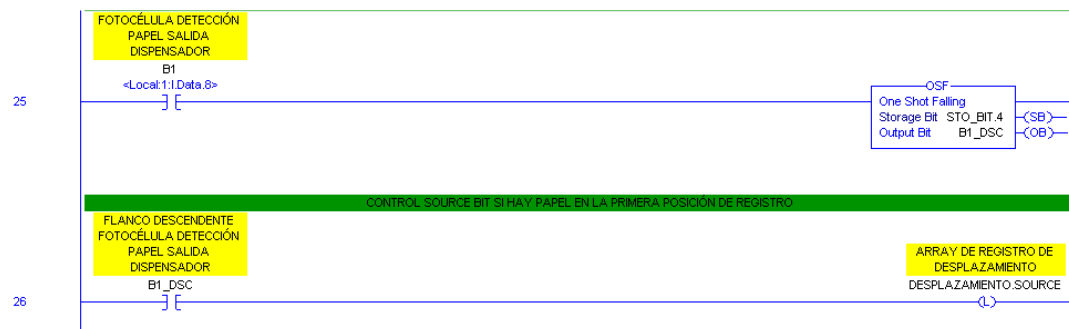


Figura 62: Flanc descendent sensor paper

A la figura 62 es mostra com es controla el fet de si s'ha dispensat el paper. Mitjançant un flanc de baixada del sensor de la sortida del dispensador, sabem si ha passat un paper a la sortida del dispensador, i activem o no la variable "DESPLAZAMIENTO_SOURCE".

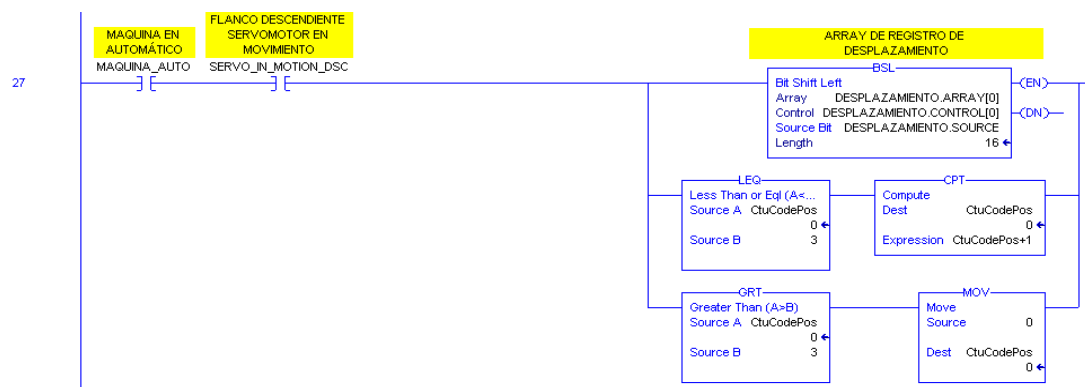


Figura 63: Registre de desplaçament del paper

A la 63, es veu com mitjançant la instrucció BSL, desplaçem tots els bits del registre de desplaçament una posició endavant, i hi posem la variable “DESPLAZAMIENTO_SOURCE” a la posició 0, de forma que tenim controlat en tot moment la posició de cada paper quan el servomotor ha avançat.

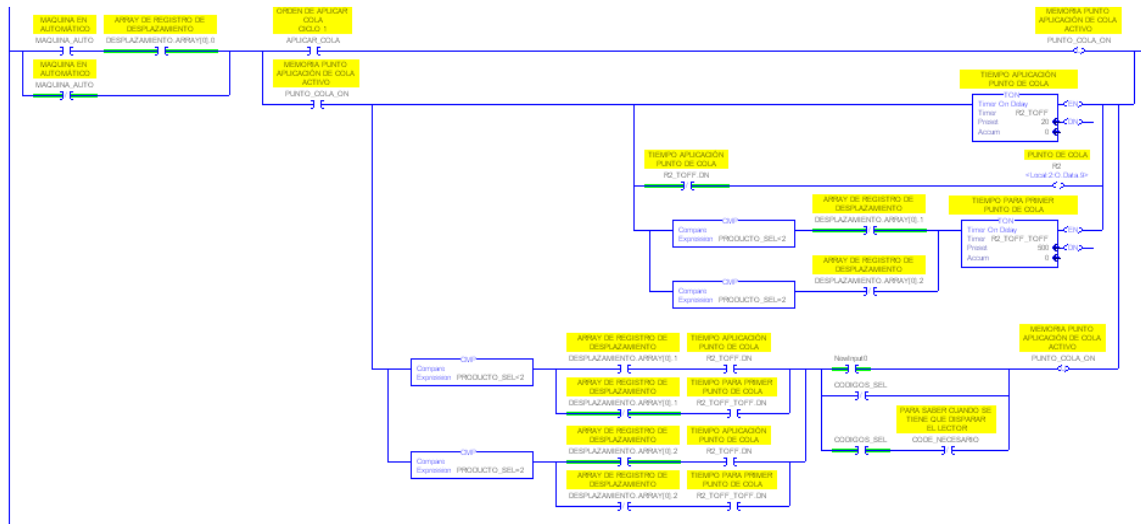


Figura 64: Instruccions d'aplicació de punt de cola

A la figura 64, es pot veure com per a que la sortida “R2” corresponent al punt de cola, s’ha d’activar el temporitzador “R2_TOFF”, la qual s’activa quan es compleix que la màquina està en automàtic, que hi ha paper a la posició 0.0, i la variable “APLICAR_COLA” està activa, la qual s’activa quan s’atura el servomotor.

En paral·lel també hi tenim una instrucció per a que no es comparin els codis de barres de les targetes quan no hi ha paper a la posició de punt de cola, ja que al faltar un paper, no coincidiria el codi de barres de la targeta amb el del paper que hi ha al dispensador.

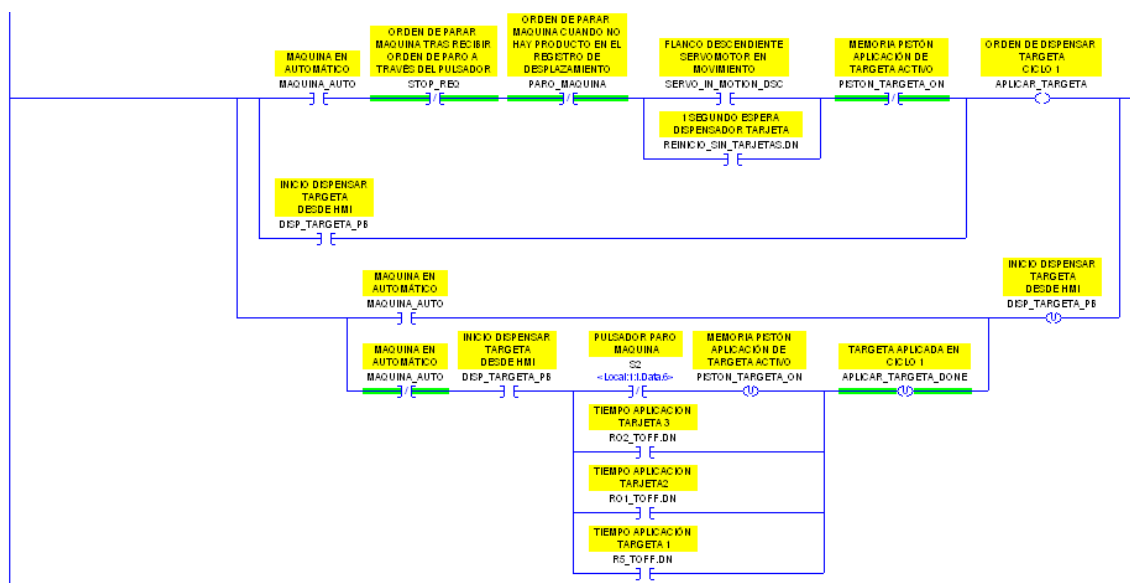


Figura 65: Instruccions d'aplicació de targeta

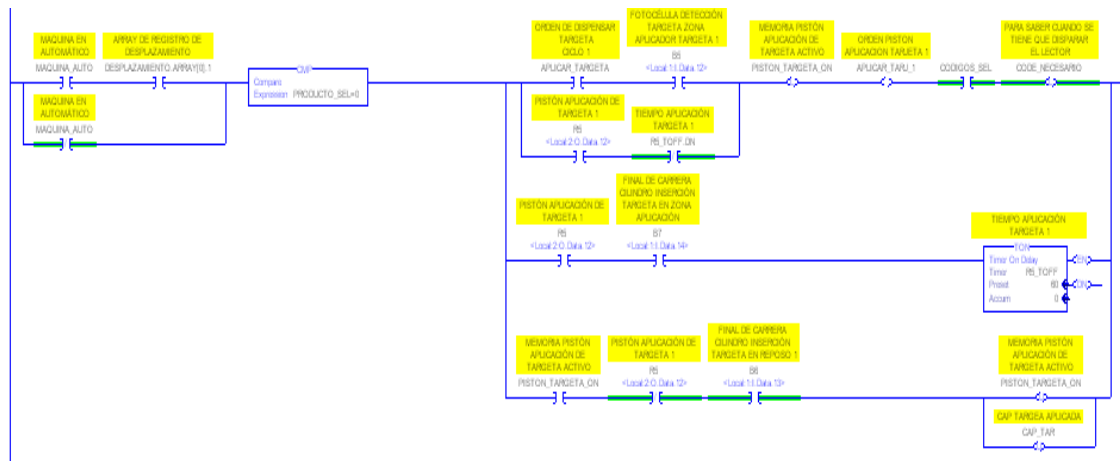


Figura 66: Instruccions d'aplicació de targeta

A les figures 65 i 66 podem veure com es gestiona la aplicació de la targeta. Per una banda, tenim una variable anomenada “APLICAR_TARJETA”, la qual s’activa sempre que hi ha un flanc descendent del moviment del servomotor, la màquina està en automàtic, i no tenim cap parada d’emergència que s’activi.

D'altra banda, la gestió dels diferents rails de dispensadors, es gestionen a partir de la variable "PRODUCTO_SEL", que ens indica el producte que volem dispensar, i de que tinguem la variable "APLICAR_TARJETA" activa. Si això es compleix i hi ha paper a la posició corresponent a aquest rail, comprovem que hi hagi una targeta preparada i la apliquem.

També es pot apreciar a la figura 66 que hi ha un temporitzador que comença a temporitzar quan la targeta està a baix, que tal i com hem explicat a la configuració de la pantalla (ja que es pot canviar el seu valor des dels paràmetres de la pantalla), serveix per donar un temps de pressió a la targeta per a que quedi ben fixada.

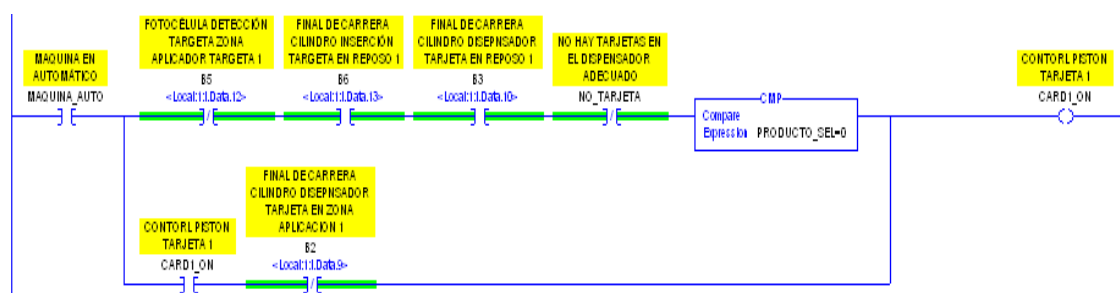


Figura 67: Instruccions per dispensar targeta

Igual que en el cas del aplicador de targetes, a la hora de dispensar-les tenim en compte el producte seleccionat, el fet de que la màquina estigui en automàtic, i en aquest cas, també es controla que els pistons estiguin en posició de repòs, per no treure una targeta quan el pistó d'aplicació està a baix. D'aquesta manera, tenint en compte que no hi hagi ja una targeta al punt d'aplicació, el pistó s'activa fins que el final de carrera del pistó detecta que la targeta ja s'ha dispensat.



Com es pot comprovar, aquest és un procés individual que només te en compte que la màquina estigui en automàtic i que el sensor estigui més del temps seleccionat al temporitzador “B20_TON” activat. D’aquesta manera es deixa un petit temps per a que el paper s’acabi de posicionar bé des de que el sensor el veu fins que el plegador actua.

7. Aspectes mediambientals

El principal aspecte mediambiental que s'ha tingut en compte a la hora de fer aquest projecte ha estat el de minimitzar el residu de punt de cola a la hora de desenganxar la targeta del producte acabat.

S'ha de tenir en compte que amb la pistola de cola que hi havia a la màquina anterior, la gota de cola que es deixava, era cinc vegades superiors a la gota de cola del sistema d'aplicació de cola final.

Per tant, tenint en compte que es tracta d'un punt de cola que es queda enganxat al paper una vegada es retira la targeta, i que abans de fer aquest sistema la targeta s'enganxava amb una etiqueta molt més gran que el punt de cola que es posa ara, es pot afirmar que el reciclatge del paper una vegada extreta la targeta, és molt millor ja que el residu de cola per a enganxar-ho és mínim.

8. Seguretat

Al tractar-se d'una màquina dissenyada y implementada dintre de l'àmbit de treball d'una empresa, i no tractar-se d'una màquina comprada, fa que aquesta no hagi passat cap homologació ni certificació de la Comunitat Europea.

Tot i això, la màquina s'ha dotat de tots els sistemes necessaris per a que l'operari en cap moment pugui sofrir cap tipus d'accident causat per ni per un element mecànic, ni per un element elèctric.

En relació a la protecció del operari/a dels elements mecànics, s'ha incorporat una cúpula de metacrilat, que evita que l'operari pugui posar la mà a la zona de plegat mentre la màquina esta en marxa, ja que es va avaluar que era una zona de risc. Així doncs, tal i com marca la normativa sobre maquinaria industrial ISO 14121-1, que diu que s'han de prendre mesures de seguretat en zones de risc.



Figura 69: Cúpula de protecció a l'operari/a

S'han protegit totes les zones de transmissió dels motors i servomotor per tal de que l'operari/a no pugui tenir contacte en cap moment amb les corretges en el cas del servomotor ni amb les cadenes en el cas dels motors de les cintes.



Figura 70: Proteccions de les cadenes dels motors

A la part dels dispensadors, també s'ha posat una protecció tal i com es veu a la figura 70 que protegeix el mecanisme que dispensa la targeta.

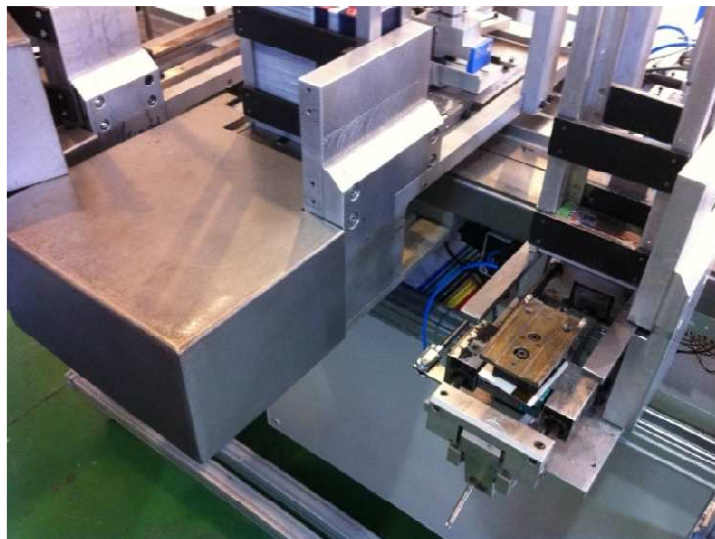


Figura 71: Proteccions dels dispensadors

D'altra banda, per adaptar la màquina a la normativa ISO 13850:2006, s'ha dotat el quadre de comandaments d'un pulsador de parada d'emergència degudament senyalitzat. Aquest anul·la tots els pistons, motors i deshabilita el servomotor per a que es quedi sense tensió.



Figura 72: Parada d'emergència

La part elèctrica, tal i com s'indica a l'apartat d'elements elèctrics, s'ha aïllat mitjançant un quadre elèctric degudament senyalitzat amb símbols de perill i amb la seva protecció de derivació a massa (Interruptor diferencial) de 30mA i 30ms a la desconexió, tal i com marca el REBT (Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió).

Tot i que el sistema estigui dotat d'una protecció de derivació a terra, s'ha efectuat tota la part elèctrica corresponent al quadre de comandaments amb tensió continua de 24 volts per evitar cap descarrega directa de la línia de 220 volts al operari.

Per finalitzar, s'ha tingut en compte en totes les instruccions de la màquina un contacte anomenat “maquina_auto” que s'obre al pressionar el botó de parada, fent que totes les operacions de la màquina quedin anul·lades. A més, s'ha posat una botó de parada al final de la cinta de sortida per a poder-la parar sense haver d'anar fins al quadre de comandaments.

9. Estudi econòmic i pressupost

9.1 *Estudi econòmic del sistema*

Un dels objectius d'aquest projecte era el de crear una màquina capaç d'enganxar targetes amb punt de cola automàticament. Els motius principals son que el procés manual amb punt de cola era molt car i molt lent, i que el procés automàtic amb etiqueta també era molt car atès que la etiqueta era molt cara.

Una vegada acabat el projecte concloure que s'han assolit aquests esmentats objectius. Mentre que el preu de cada etiqueta de la màquina d'encartar "Böwe Systec" que tenia l'empresa era de 1.2 cèntims d'euro (que en alguns casos era un 50% del preu final d'enganxat), la cola que utilitza el nou sistema té un impacte sobre el preu final pràcticament nul. S'ha calculat que amb una caixa de Hotmelt que té un preu de 60 euros, s'enganxen aproximadament unes 700.000 targetes, i per tant, estem parlant de que el preu per targeta és de 0.0086 cèntims, un 0,7% del preu de la etiqueta.

D'altra banda, mentre que es tenint en compte que per enganxar 500 targetes feia falta una persona enganxant durant una hora i una altra doblegant, es a dir 2 hores per fer 500 targetes, ara amb una persona es fan entre 2000 i 3000 targetes enganxades i plegades, per tant en 2 hores 5000 targetes de mitja.

Traduït a la realitat, aquest sistema per enganxar targetes ha suposat que l'empresa NTI Figueras S.L. hagi pogut entrar en moltes comandes noves on abans no podia entrar a causa de la seva poca competitivitat en aquest procés. Això ha suposat el fet de que s'hagi venut la màquina d'enganxar targetes "Böwe Systec", i s'hagi incorporat un sol tècnic amb el torn sencer destinat a aquesta màquina. A més hi ha una altra persona que la complementa per a poder fer cada dia en 10 hores un mínim de 20.000 targetes enganxades i plegades. El fet de fer unes 400.000 targetes enganxades al mes, i tenint en compte que s'han agafat una sèrie de feines fixes que fan que la màquina treballi quasi al 100%, ha suposat que aquesta estigui amortitzada completament als pocs mesos de la seva posta en marxa.

9.2 *Pressupost*

En aquest pressupost s'hi ha comptabilitzat el preu final del sistema sense tenir en compte els elements que es van fabricar per a fer el prototip i que per tant finalment no s'han incorporat al sistema final. Un exemple n'és que no s'ha comptabilitzat la pistola de Hotmelt inicial, s'ha posat directament el preu del model definitiu.

S'han estimat aproximadament 100 hores de programació. El fet que la màquina s'hagi anat desenvolupant per mòduls, fa que sigui difícil comptabilitzar-ho.

Els preus dels elements mecànics ja incorporen la mà d'obra del seu muntatge corresponent i tots els elements com pistons, bombes de succió, motors, cadenes i pinyons corresponents a cada part.

Element	Preu (€)
Sistema dispensador de paper	3400
Lector de codi de barres del paper	1230
Lector de codi de barres de la targeta	1230
Cablejat i connexió elèctrica i pneumàtica	1722
Sistema dispensador de Hotmelt	5232
Estació aplicadora de targeta 0.76mm	2600
Estació aplicadora de clauer	2850
Estació aplicadora de targeta 0.5mm	2600
Servo cinta amb estructura	3750
Sistema de doblegar amb cinta de cordons accionada per motor	4100
Sistema cinta "tapete" recollidor i apilador accionat per motor	3150
Quadre de comandament amb pantalla	1840
Quadre elèctric de potència	5150
Programació de la màquina	3000
Total	41854

9.3 Comparativa amb la màquina Böwe Systec

La comparativa d'aquesta màquina és complicada de realitzar ja que s'ha de tenir en compte que la màquina "Böwe Systec" té una sèrie de funcions que el nou sistema no té:

- Lectura de banda magnètica per unir la targeta amb la seva carta corresponent
- Possibilitat de doblegar en format tríptic
- Possibilitat d'enganxar més d'una targeta per carta
- Possibilitat de posar el producte acabat en un sobre de paper per entrega a correus

S'ha d'apuntar que la possibilitat d'enganxar més d'una targeta per carta es podria realitzar modificant la programació de la màquina si es donés la necessitat. També cal dir que en cas de que en un futur s'hagués de fer alguna comanda on el producte acabat anés posat dintre d'un sobre, es podria comprar una màquina d'ensobrar i es podria afegir com a mòdul final.

D'altra banda, cal dir que el nou sistema d'enganxat té la possibilitat d'enganxar targetes clauer i targetes de 50µm, una aplicació molt important per a l'empresa ja que està molt especialitzada en targetes clauer.

Deixant de banda aquestes importants diferències, la comparativa final ve molt marcada per tres diferències:

1. La màquina d'encartar "Böwe Systec" va tenir un preu de 300.000€ mentre que el nou sistema ha tingut un cost de 41.854€
2. La producció mitja de la màquina "Böwe Systec" mai havia arribat a les 1500 targetes de mitja en un treball. La seva gran complexitat feia que tingués una preparació molt llarga, i que una vegada iniciada tingués continus problemes que la feien parar cada moment.
3. El preu de la cola utilitzada en el nou sistema no arriba al 1% del preu de la etiqueta que utilitza la màquina "Böwe Systec".

10. Conclusions i treball futur

L'objectiu principal d'aquest projecte era dissenyar i implementar una màquina capaç d'enganxar unes 2000 targetes per hora amb punt de cola per poder optimitzar un procés on l'empresa NTI estava perdent competitivitat en vers a les altres empreses del sector. Per tant, una vegada finalitzat el projecte es pot dir que l' objectius principal s'ha complert i inclús s'ha superat, ja que en alguna feina, s'han superat les 3700 peces per hora.

D'altra banda, per assolir aquests objectius han sortit una sèrie de reptes com la programació en RSLogix5000, haver de trobar millores en algun dels processos ja que feien disminuir la velocitat del conjunt del sistema, o afegir noves parts que s'han necessitat una vegada la màquina ja estava en procés d'implementació. Aquests altres reptes també s'han anat solucionant i complint de forma que el sistema final ha fet moltes més operacions de les que s'havien tingut en compte per a fer el sistema inicial.

Tot i que la màquina compleix folgadamment les expectatives per a les que va ser dissenyada, la constant demanda de comandes especials junt amb l'actual situació econòmica que fa que no es puguin rebutjar comandes menors, fa que aquesta en aquesta màquina constantment s'hi hagin de fer modificacions. De fet, ja hi ha una modificació que s'està duent a terme per a poder llegir la banda magnètica d'una targeta amb mides de targeta bancària, i comparar el número que hi ha a la pista 2 de la banda magnètica, amb el codi de barres del paper.

D'altra banda, tal i com s'explica a l'apartat de sortides digitals, hi ha preparada una sortida digital per a poder programar diferents velocitats del servomotor des de la pantalla del quadre de comandaments i així no s'hagin de canviar els paràmetres del servomotor connectant-hi el port sèrie cada vegada que s'ha de fer un treball que precisa més velocitat.



Figura 73: Incorporació d'una màquina d'enganxar etiquetes

Tal i com es veu a la figura 73, una altra modificació que s'està duent a terme és la incorporació d'un sistema per a enganxar una etiqueta al paper. Per una banda pot servir per al cas de que algun client demani que la comanda estigui enganxada amb etiqueta, i d'altra banda per al cas de que algun treball hagi d'anar enganxat amb alguna etiqueta promocional.

S'ha de tenir en compte que tot i que ja hi ha feina per a cobrir una molt gran part del temps per a aquesta màquina, la actual situació econòmica fa que constantment surtin comandes amb dissenys no estàndards, que en cas de que siguin comandes de grans quantitats, poden fer afegir nous elements a la màquina per tal de poder fer la comanda.

11. Documentació

-Apunts ETIEI

-<http://es.globedia.com/breve-historia-tarjeta-credito>

-FIS-0003 Laser Scanner User's Manual

-http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/2711p-um001_-en-p.pdf

-http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/qs/iasimp-qs010_-en-p.pdf

-<http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/104830/2416241/104832/print.html>

-<http://www.jlab.org/Hall-D/Documents/manuals/Allen-Bradley%20stuff/ControlLogix%20Controllers%20User%20Manual.pdf>

-http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rm/1756-rm003_-en-p.pdf

-http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/qs/22a-qs001_-en-p.pdf

Agraïments

Vull agrair tot el suport tan materialment com anímicament que he rebut al llarg d'aquest projecte de totes les persones que m'envolten.

Vull agrair sobretot tot el suport que m'ha donat la meva família, ja que m'han donat suport durant tota la carrera i sobretot ànims a l'hora de fer aquest projecte.

També agrair molt a la ajuda que m'ha donat la empresa NTI Figueras S.L., en especial al Sr. Pere Mauri ja que sense la seva ajuda tant en les parts mecàniques com en les seves idees i observacions, aquest sistema no hauria arribat a ser tant precís ni tant ràpid.

Al tècnic de l'empresa distribuïdora de material SEINSA, en Jordi Carafí, el qual em va donar molt de suport i va tenir molta paciència a l'hora de fer la programació de la màquina.

Agrair molt també el suport del meu professor ponent l'Andreu, i sobretot al director del projecte, en Dani Rodríguez, el qual em va animar a fer el projecte ja que l'havia deixat penjat des de feia molt de temps.

PART II

ANNEXES

A. Manual d'usuari de la màquina

Aquest Manual està imprès i ubicat a la part inferior del panell de comandaments de la màquina per a qualsevol dubte de l'operari

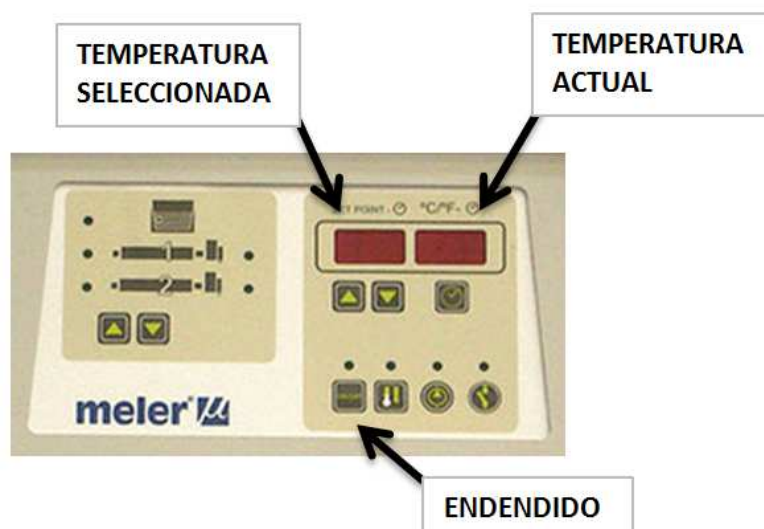
En el manual, es descriuen les operacions que s'han d'efectuar per posar en funcionament la màquina, parar-la, netejar-la al finalitzar el torn i ajustar-la per enganxar altres tipus de productes.

PUESTA EN MARCHA

- 1- Poner el interruptor general el posición “ON”



- 2- Comprobar que el sistema aplicador de Hotmelt esta encendido.



- Cuando el sistema de Hotmelt está encendido se muestra la temperatura seleccionada y actual en las pantallas
 - En caso contrario presionar el botón de encendido
- 3- Comprobar que el paro de emergencia del panel esté desactivado.
 - 4- Esperar que el botón rearme esté parpadeando y a continuación pulsar-lo.
 - 5- Esperar a que salga en el panel la pantalla de avisos de alarmas activas y una vez en ella pulsar “F1” para volver a la pantalla principal

6- Referenciar home

- Pulsar “F2” para entrar en la pantalla “OPERACIONES”
- Pulsar “F2” para ejecutar la operación “HOME”

7- Cargar tarjetas, papel, y cola una vez la temperatura actual del sistema de Hotmelt llegue a la temperatura seleccionada, lo cual implicara que ya está a la temperatura optima de trabajo

8- Pulsar el botón “MARCHA” del sistema de plegado y de la cinta de salida



9- Pulsar el botón “MARCHA”

PARO MAQUINA

-Paro de emergencia, para casos excepcionales pulsar botón de paro de emergencia



-Paro normal

1- Pulsar botón paro de la máquina parando también el sistema de plegado y la cinta de salida



2-Poner interruptor general en posición "OFF"



PARAMETROS

Pulsando la tecla “F1” de la pantalla principal podremos acceder a la pantalla “PARAMETROS”

PANTALLA PARAMETROS

F2 - CANTIDAD DÍGITOS EN CÓDIGO DE BARRAS:	??
F3 - TIEMPO PUNTO DE COLA:	???? ms
F4 - TIEMPO BAJADA PISTON APLICAC. TARGETA:	???? ms
F5 - CANTIDAD TARJETAS POR CAJA:	???? t
F6 - CANTIDAD AVANCES AUTO-HOME:	???? ciclos

F1 VOLVER F7 APAGAR PANTALLA

ERROR DE COMUNICACION

1- Cantidad de dígitos en código de barras:

Este parámetro sirve para configurar el número de dígitos del código de barras que debe comparar para casar el papel con la tarjeta.

-Pulsar “F2” para cambiar el parámetro “CANTIDAD DÍGITOS EN CÓDIGO DE BARRAS”

-Utilizando el teclado numérico entrar el número de dígitos que tiene el nuevo código de barras que se quiere comparar (normalmente 13)

-Pulsar “Enter” (queda memorizado)

2- Cantidad de cola:

Este parámetro sirve para aumentar o disminuir la cantidad de cola que aplica el sistema de Hotmelt cuando aplica un punto de cola.

-Pulsar “F3” para cambiar el parámetro “TIEMPO PUNTO DE COLA”

-Utilizando el teclado numérico entrar el nuevo valor de tiempo (normalmente 20ms)

-Pulsar “Enter” (queda memorizado)

3- Tiempo de bajada del pistón aplicador de tarjeta:

Este parámetro sirve para dejar pausado el pistón aplicador de tarjeta unos milisegundos presionando la tarjeta en el papel donde se está aplicando.

-Pulsar “F4” para cambiar el parámetro “TIEMPO BAJADA PISTON APLICAC TARGETA”

-Utilizando el teclado numérico entrar el nuevo valor de tiempo (normalmente 0ms)

-Pulsar “Enter” (queda memorizado)

4- Cantidad de tarjetas por caja:

Este parámetro sirve para pausar la máquina cada vez que llegue a una cantidad determinada de tarjetas.

-Pulsar “F5” para cambiar el parámetro “CANTIDAD TARJETAS POR CAJA”

-Utilizando el teclado numérico entrar el nuevo valor de tiempo (normalmente 20.000 tarjetas)

-Pulsar “Enter” (queda memorizado)

5- Cantidad avances servomotor antes de hacer un “HOME” automático:

Este parámetro sirve para marcar a la máquina cada cuantos avances del servomotor se tiene que autoajustar. Esto permite disminuir la acumulación de error en el posicionamiento de la tarjeta en el papel.

-Pulsar “F5” para cambiar el parámetro “CANTIDAD AVANCES AUTO-HOME”

-Utilizando el teclado numérico entrar el nuevo valor (normalmente 500 ciclos)

-Pulsar “Enter” (queda memorizado)

CONFIGURACIONES

Pulsando la tecla “F5” de la pantalla principal podremos acceder a la pantalla “CONFIGURACIONES”



1-Tipo de paro de maquina:

Esta configuración nos permite cambiar el tipo de paro que efectúa la máquina cuando se presiona el botón de paro.

“PARO MAQUINA CONTROLADO” significa que cuando se presiona el botón de paro la maquina, esta efectúa un vaciado de la cinta de transporte para que no se queden productos en la cinta de transporte.

“PARO MAQUINA INMEDIATO” significa que cuando se presiona el botón de paro de la máquina, esta se para sin vaciar la cinta de transporte.

Para cambiar de un modo a otro pulsar “F2”

2-Casacion por códigos de barras:

Esta configuración nos permite activar y desactivar la comparación de códigos de barras entre el papel y la tarjeta en caso de que sea o no necesario.

Para activar o desactivar la casación, pulsar “F3”

3-Producto a utilizar:

Esta configuración nos permite cambiar el raíl de desplazamiento que se va a utilizar para dispensar el producto que se va a pegar.

Tarjeta 0,50mm corresponde al primer raíl

Llavero corresponde al segundo raíl

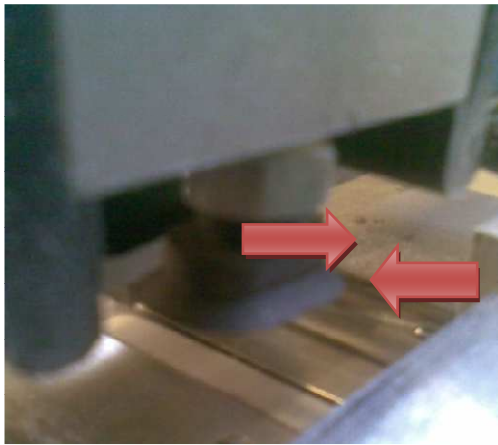
Tarjeta 0,76mm corresponde al tercer raíl

Para cambiar entre los tres distintos productos pulsar “F4”

LIMPIEZA MAQUINA

Limpieza a realizar cada final de turno o cambio de trabajo por el/la operario/a:

- 1- Limpiar superficie de deslizamiento del papel, incluido la máquina dispensadora de papel, con alcohol.
- 2- Limpiar ventosas del pistón aplicador de tarjetas, sacar-las, limpiar-las y volver-las poner.



- 3- Sacar polvo de la maquina en general

B. Esquemes elèctrics

Els esquemes elèctrics de la màquina es troben separats en les següents parts:

-Potència: Hi trobem inclosa tota la part d'alimentació i protecció de la màquina i els motors. Hi tenim l'interruptor general, l'interruptor diferencial, els interruptors magneto tèrmics i els variadors de freqüència amb els dos motors.

-Servomotor: Hi tenim representar el controlador del servomotor amb totes les entrades i sortides corresponent, el sensor de posicionament inicial, el servomotor i la seva connexió a la part de potència

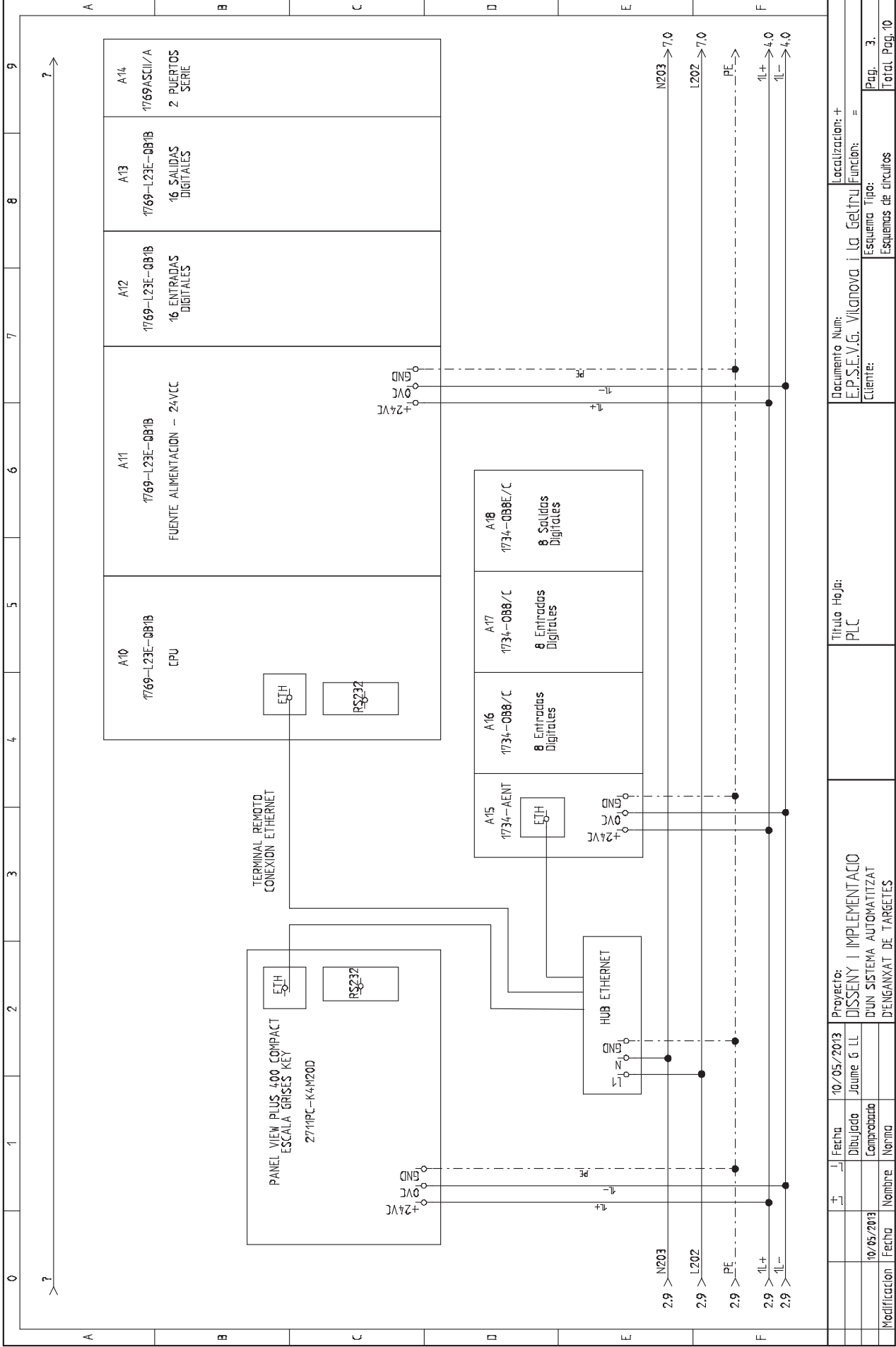
-PLC: Hi trobem el PLC que gestiona tot el sistema amb tots els mòduls d'entrades i sortides, la pantalla i la connexió d'Ethernet que comunica el PLC amb la pantalla i la seva extensió PointIO que ve gestionada per un Hub d'Ethernet.

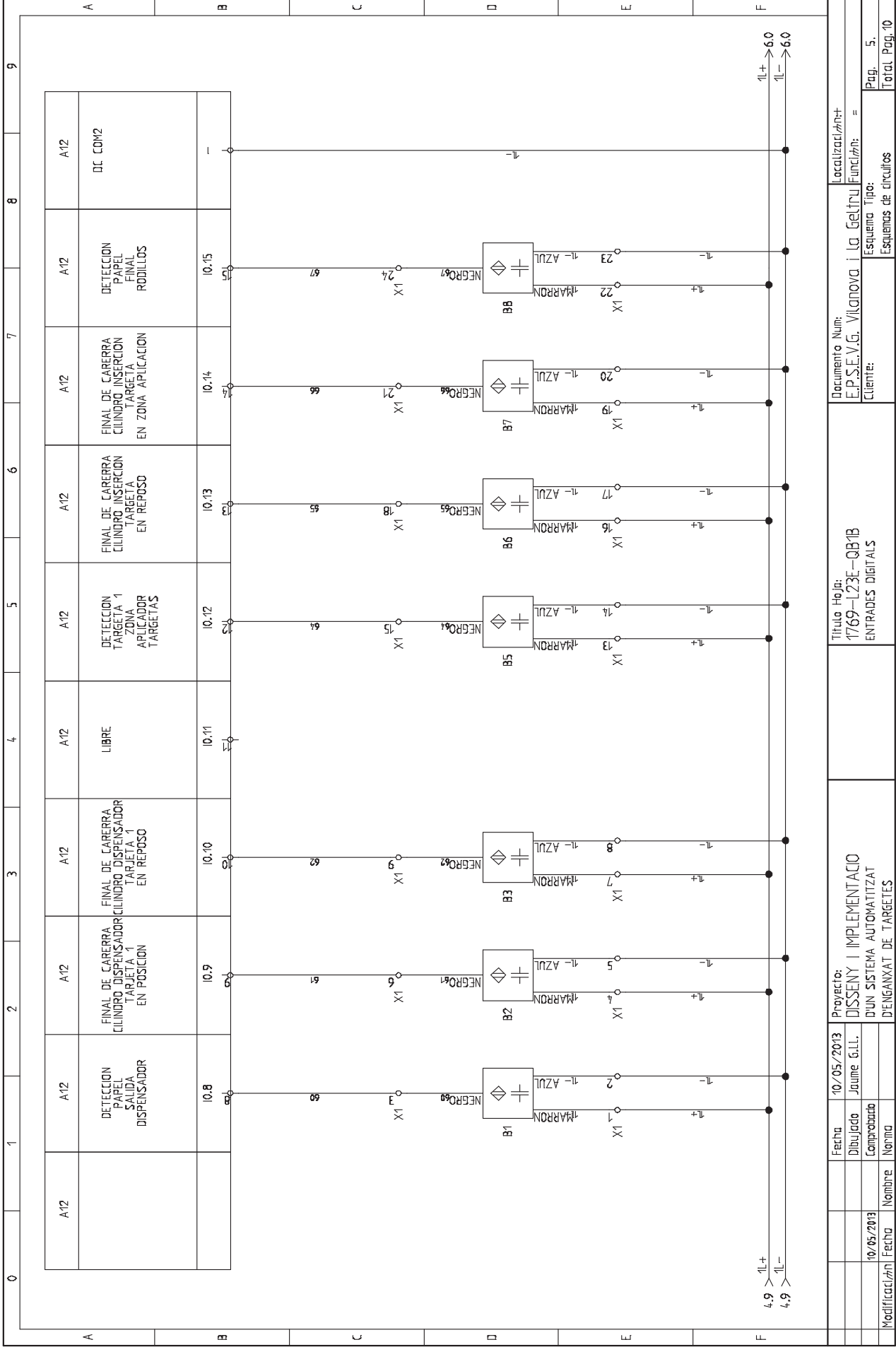
- 1769-L23E-QB1B Entrades Digitals: En dues fulles, trobem representades les 16 entrades digitals locals del PLC junt amb tots els sensors i altres elements que les representen.

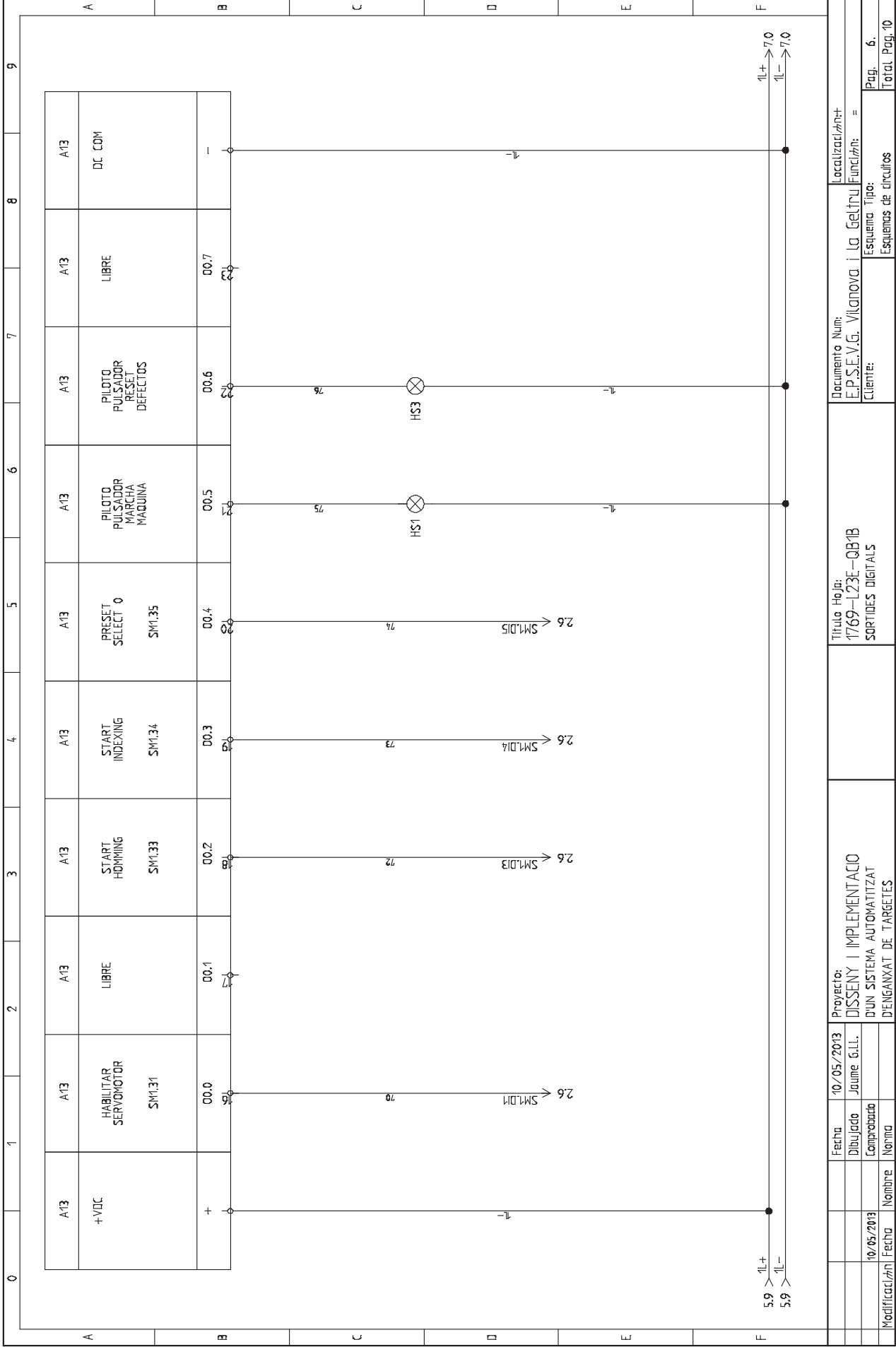
- 1769-L23E-QB1B Sortides Digitals: En dues fulles trobem representades les 16 sortides digitals locals del PLC amb els seus relés i altres elements que les representen.

-1734-OB8/C Entrades Digitals: En dues fulles trobem representades les 16 sortides digitals que estan ubicades en la extensió PointIO del PLC junt amb els sensors i tots els elements que les representen.

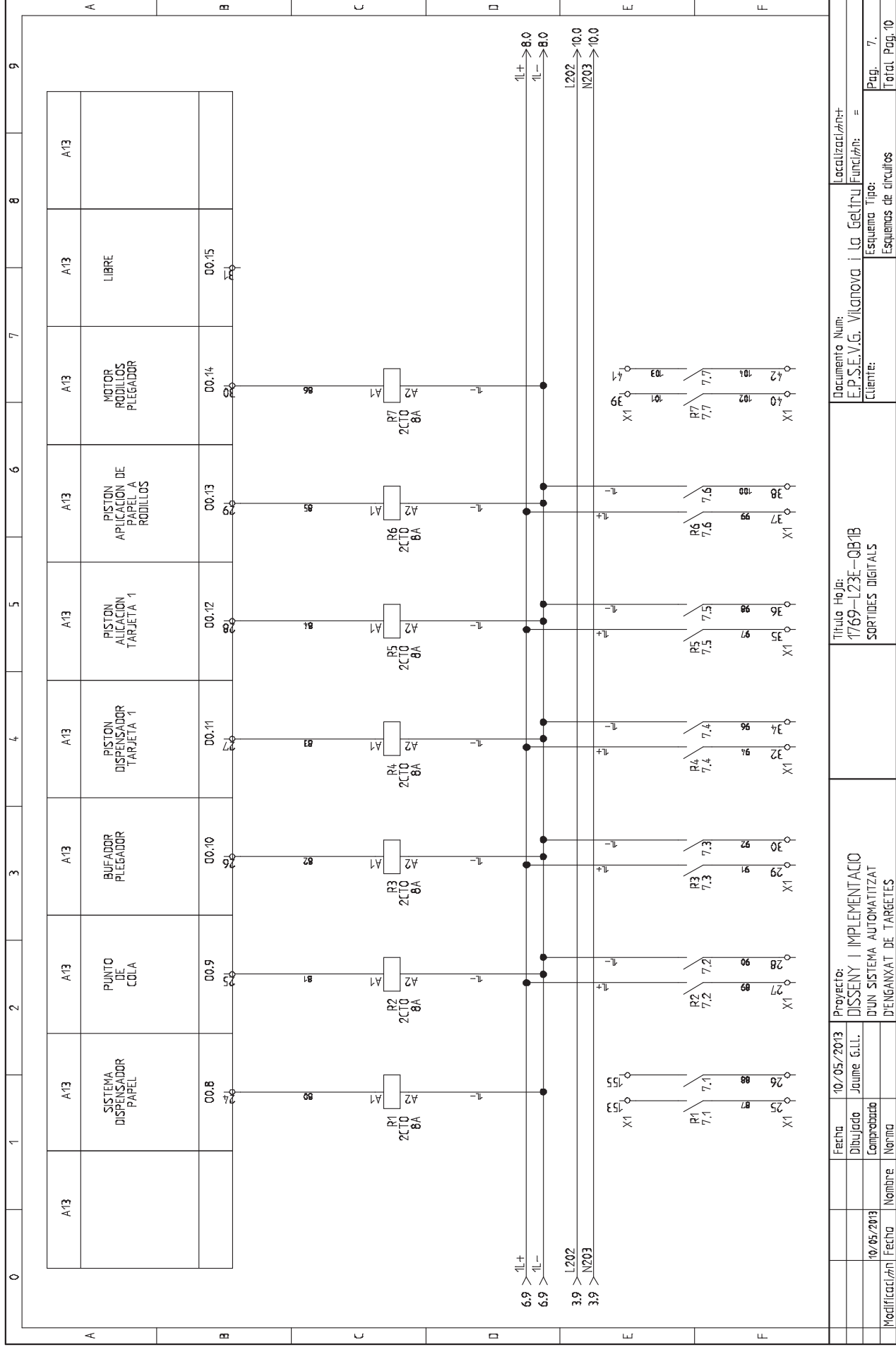
-1734-OB8E/C Sortides Digitals: Hi trobem representades les sortides digitals que corresponen a la extensió PointIO del PLC junt als relés que les representen.

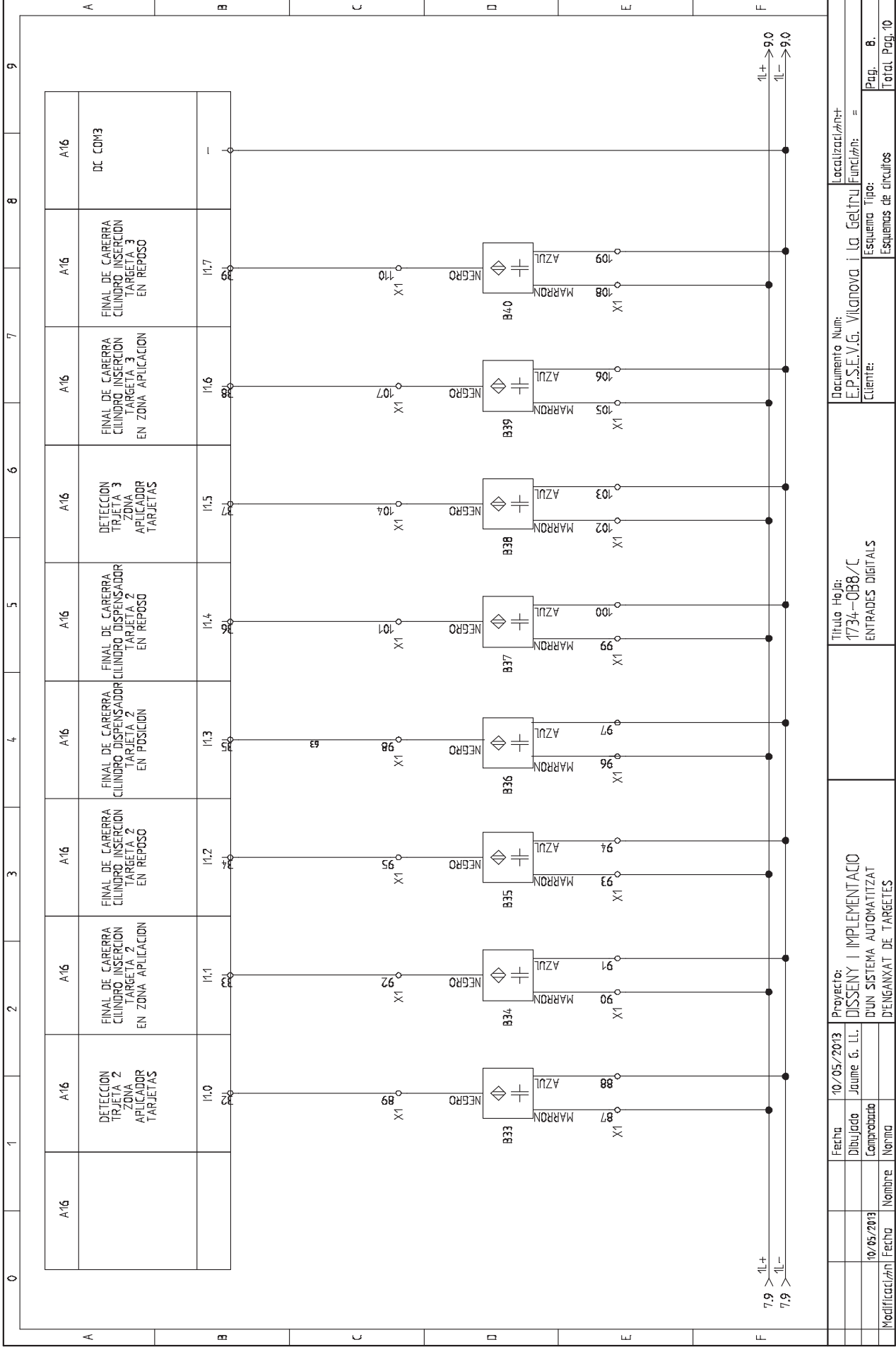


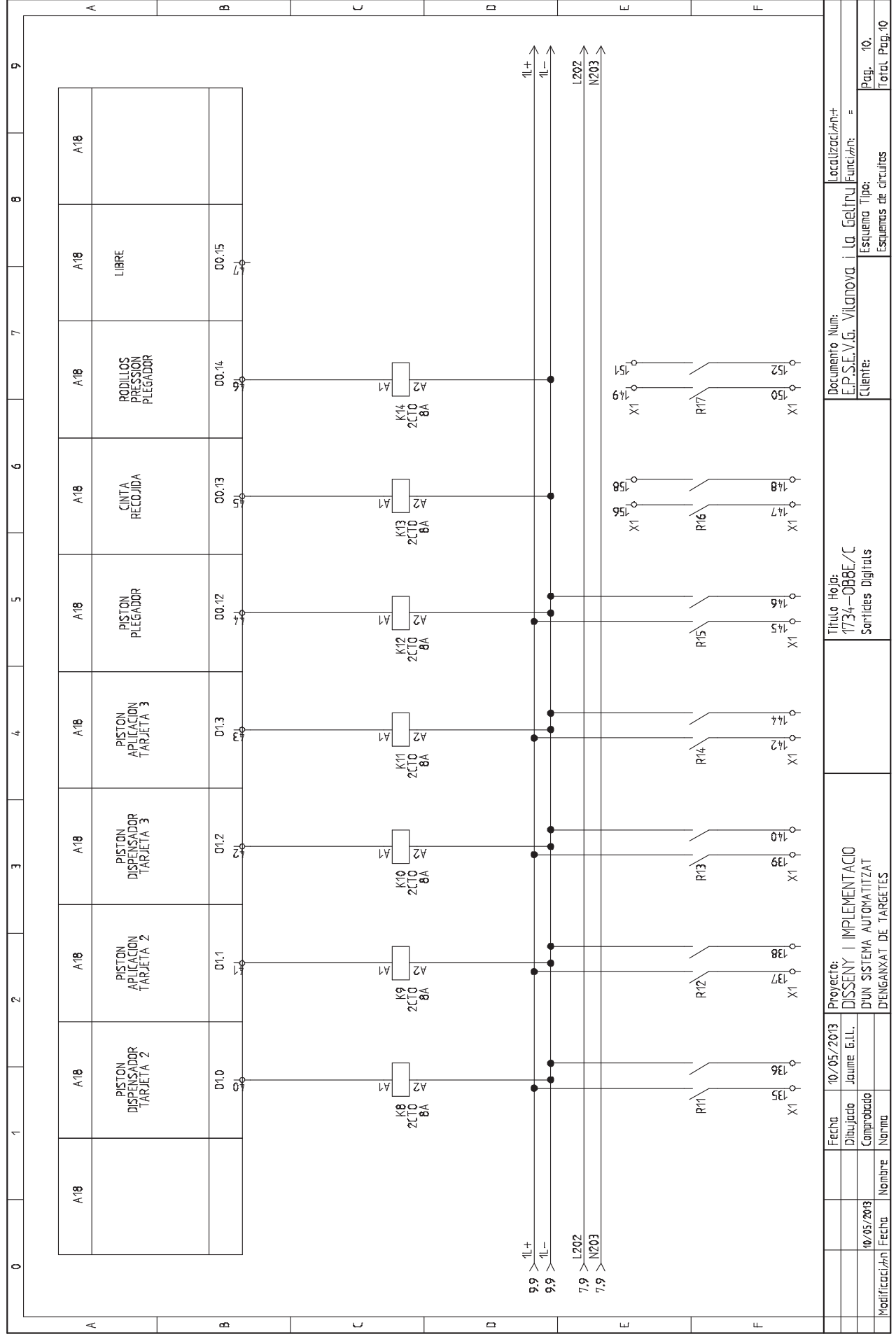




Documento Num:		E.P.S.E.V.G. Vilanova i la Geltrú		Localización:	
Título Hoja:		1769-L23E-QB1B		Función:	
Esquema Tipo:		Esquemas de circuitos		Pag. 6.	
Total Pag. 10					







C. Planells

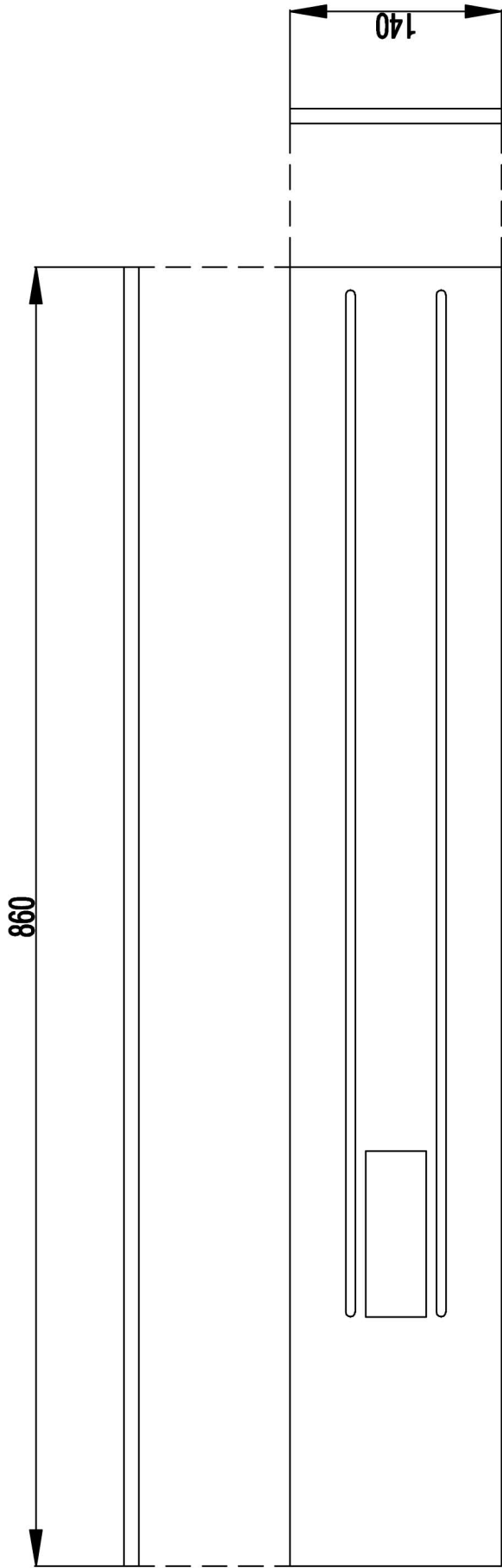
En aquest apartat hi ha representats els planells en Autocad de les diferents peces que formen els rails de desplaçament de les targetes dels dispensadors.

En el primer planell hi ha la base del dispensador que va acoblada a sota de la bancada de la cinta de desplaçament.

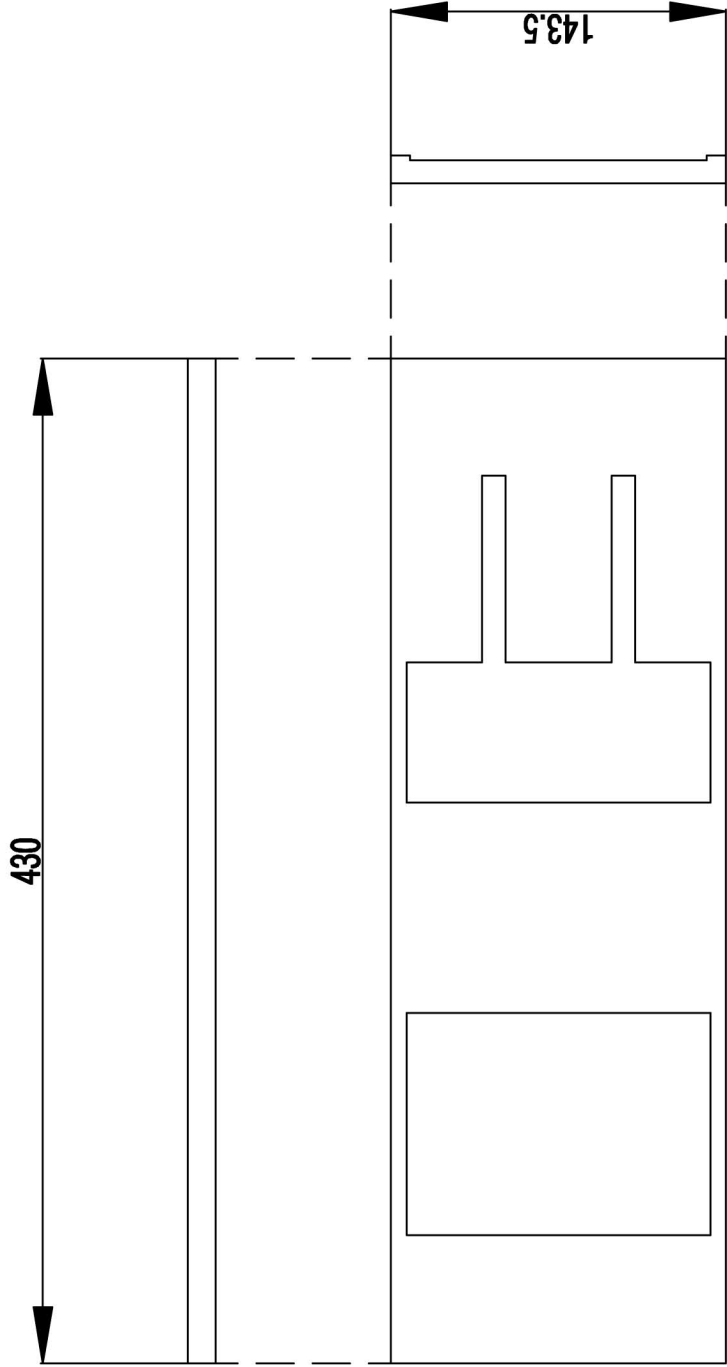
En el segon planell hi ha representada la guia de desplaçament de les targetes clauer corresponent al segon dispensador.

En el tercer planell es troba representat el pont on està acollat el pistó que aplica la targeta sobre del paper corresponent de la cinta de desplaçament.

En el quart planell hi ha representats els elements que formen el cos principal del dispensador, junt amb les guies per on es desplacen les targetes.

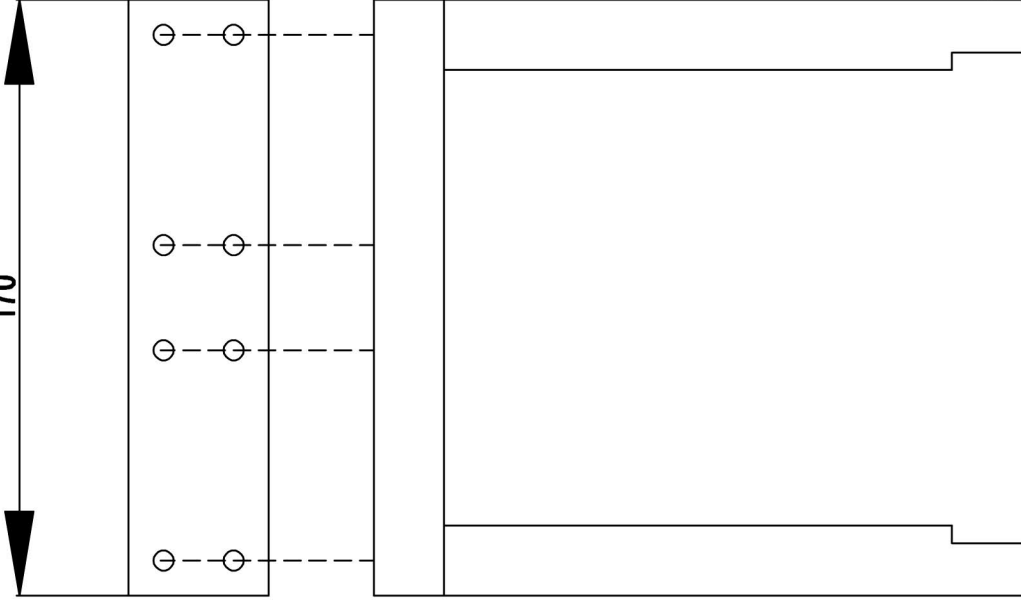


	DATA	COGNOMS, NOM	E.P.S.E.V.G		
DIBUIXAT	15/05/2013	GALLEGO LLEIXA, JAUME	Vilanova i la Geltrú		
Escaleta 1:4	DISSENY I IMPLEMENTACIÓ D'UN SISTEMA AUTOMATITZAT D'ENGANXAT DE TARGETES		Base del dispensador		
			Plànol.		
			Curs.		
			PFC		



		E.P.S.E.V.G	
		Vilanova i la Geltrú	
Escala 1:3	DATA	COGNOMS, NOM	Base targeta clauer
	DIBUIXAT	15/05/2013	Plànol.
			Curs.
DISSENY I IMPLEMENTACIÓ D'UN SISTEMA AUTOMATITZAT		02	
D'ENGANXAT DE TARGETES		PFC	

170



	DATA	COGNOMS, NOM	E.P.S.E.V.G		
DIBUIXAT	15/05/2013	GALLEGO LLEIXÀ, JAUME	Vilanova i la Geltrú		
Escaleta 1:2	DISSENY I IMPLEMENTACIÓ D'UN SISTEMA AUTOMATITZAT D'ENGANYAT DE TARGETES		Pont pistó aplicador		
			Plànol.		
			Curs.		
					03
					PFC

695

420

122.2

152.8

100

105

	DATA	COGNOMS, NOM	E.P.S.E.V.G		
DIBUIXAT	15/05/2013	GALLEGO LLEIXA, JAUME	Vilanova i la Geltrú		
Escola 1:3	DISSENY I IMPLEMENTACIÓ D'UN SISTEMA AUTOMATITZAT D'ENGANXAT DE TARGETES		Element superior dispensador		
			Plànol.		
			Curs.		
			PFC		

D. Programari

En aquest annex hi podem trobar la programació de les parts més importants del sistema.

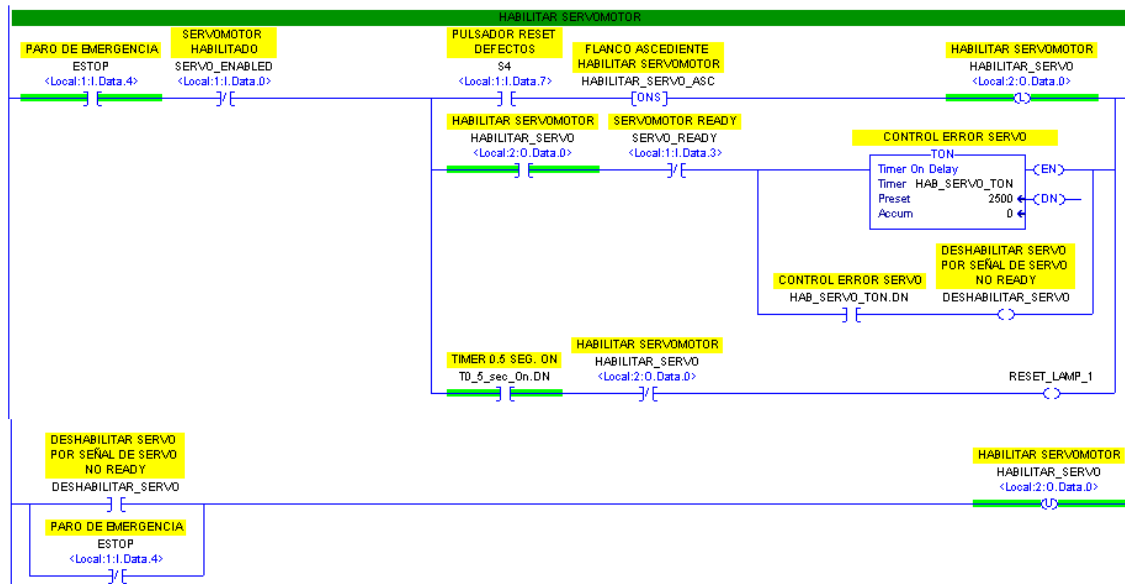


Figura D. 1: Habilitació del servomotor

A la figura D.1 hi podem trobar el control de la habilitació del servomotor. Només es necessita tenir el botó de parada d'emergència en circuit tancat i pressionar el botó de rearmar per habilitar-lo.

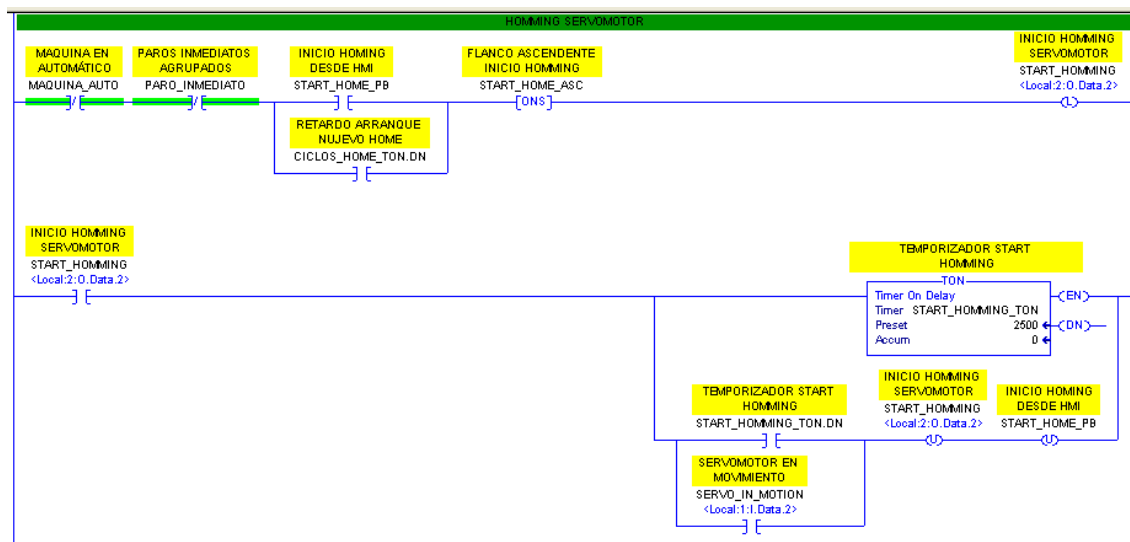


Figura D. 2: Referència del servomotor

Una vegada habilitat el servomotor, tal i com es veu a la figura D.2 donem referència d'inici al servomotor. Per donar referència hem d'activar una sortida digital connectada al controlador del servomotor. El contacte "START_HOME_PB" l'activem des del menú de la pantalla.

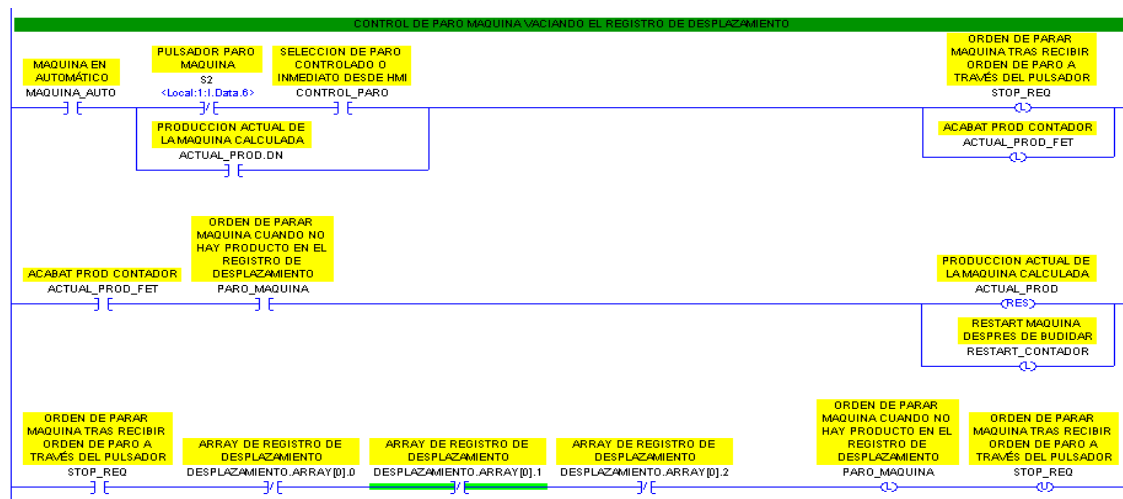


Figura D. 3: Parada controlada

Al diagrama de contactes de la figura D.3 s’hi troba representat el buidat que efectua la màquina quan està seleccionat a les configuracions de la pantalla de la màquina la opció “PARO CONTROLADO”

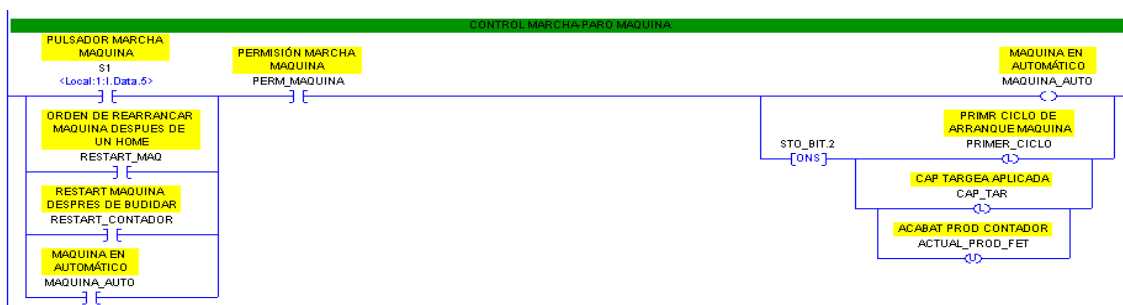


Figura D. 4: Mode Automàtic

Al diagrama de la figura D.4 hi ha l’esquema de contactes referent a l’estat de “MAQUINA_AUTO” de la màquina, estat que està present en totes les operacions per a parar el sistema en cas de pressionar el botó de parada o parada d’emergència.

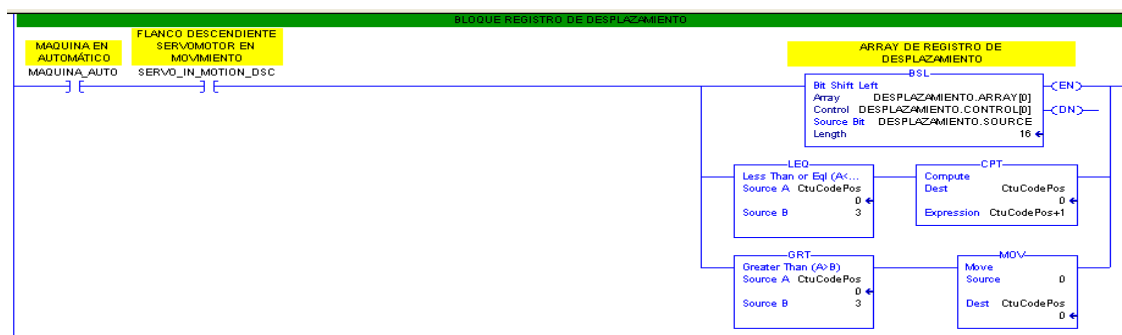


Figura D. 5: Registre de desplaçament

A la figura D.5 hi ha representat el registre de desplaçament que efectua la màquina cada vegada que el servomotor avança una posició. Aquest s’efectua quan el moviment del servomotor fa un flanc de baixada, es a dir quan es para.

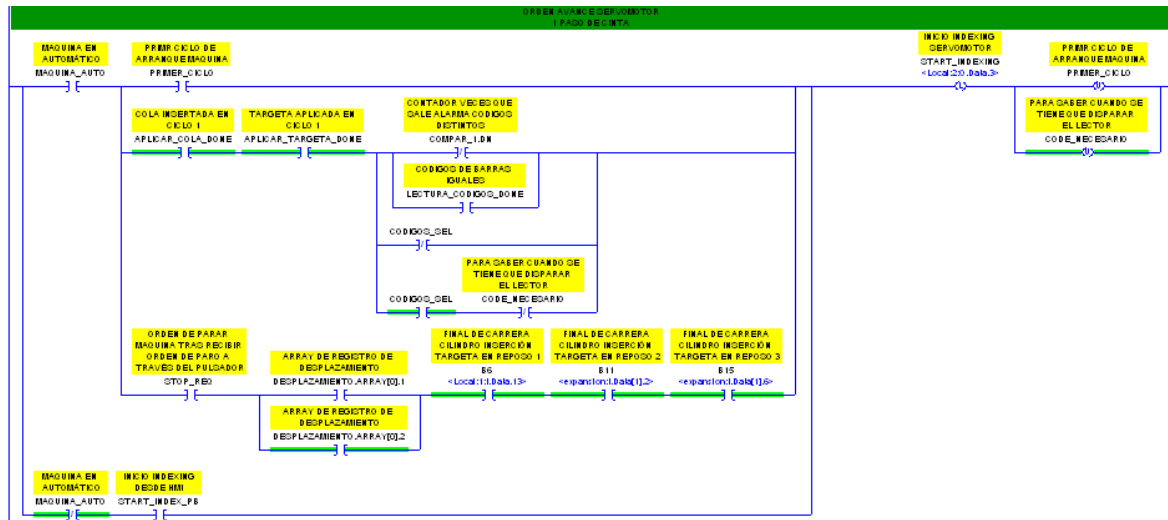


Figura D. 6: Avanc del servomotor

A la figura D.6 tenim representat l'esquema de contactes de l'avanç del servomotor. Aquest avança quan és el primer cicle o quan s'ha complert la funció aplicar cola i la funció aplicar targeta. També hi tenim en una rengleta el botó de la pantalla de dispensar paper, i en una altra el buidat que efectua la màquina quan s'efectua una parada controlada.

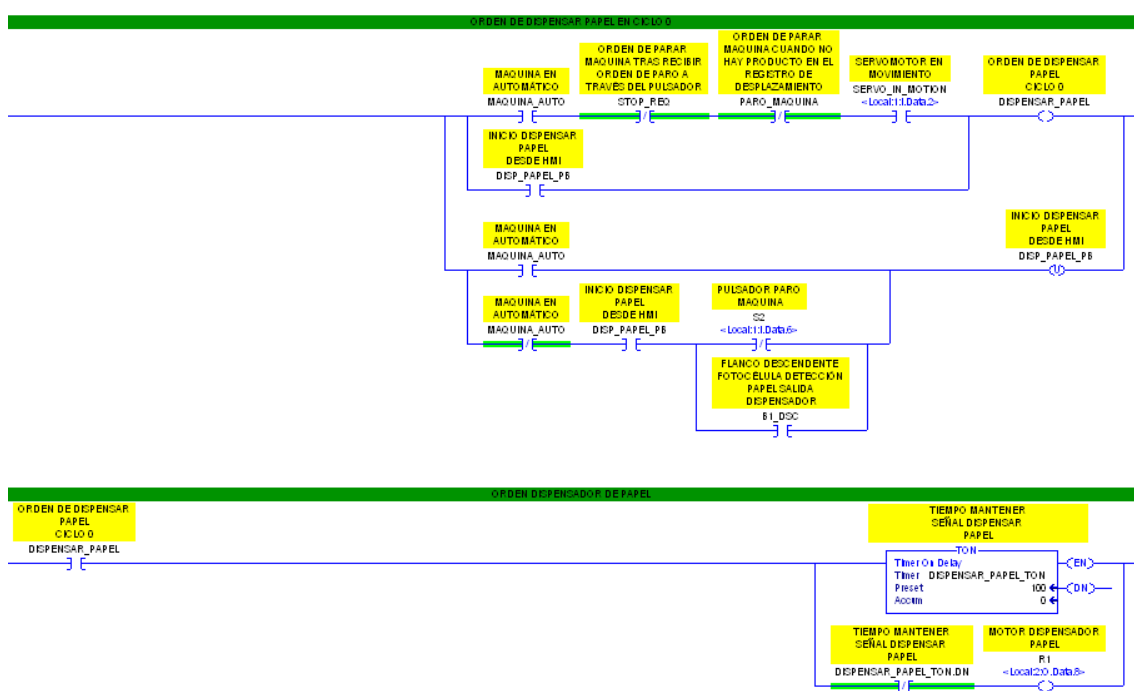


Figura D. 7: Dispensar paper

A la figura D.7 trobem representada la funció de dispensar paper. Aquesta es compleix quan el servomotor efectua un avanç o quan es dona la ordre des de la pantalla de control. En el moment en que aquesta ordre s'efectua, s'activa la sortida digital del dispensador de paper durant 100ms comptabilitzats per un temporitzador.

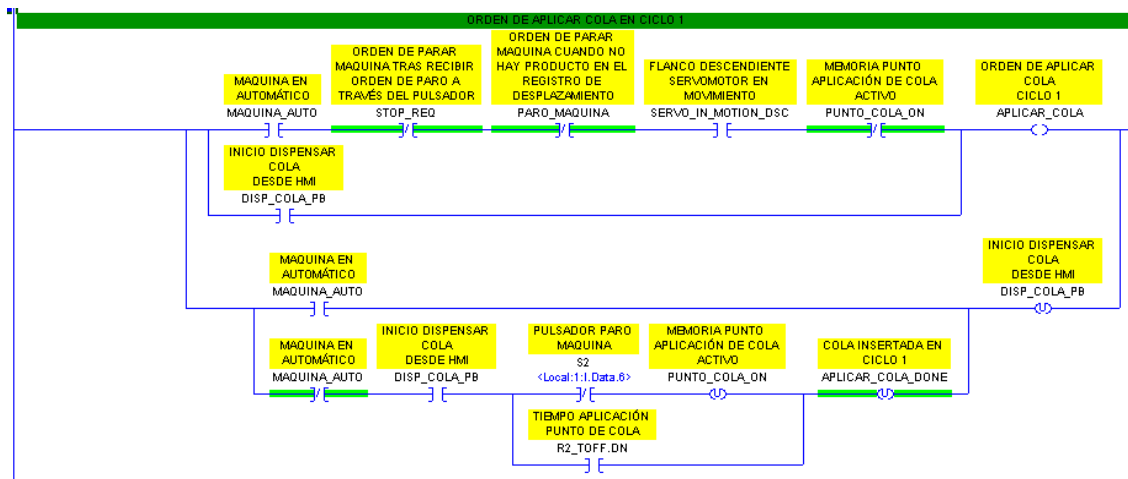


Figura D. 8: Ordre d'aplicar punt de cola

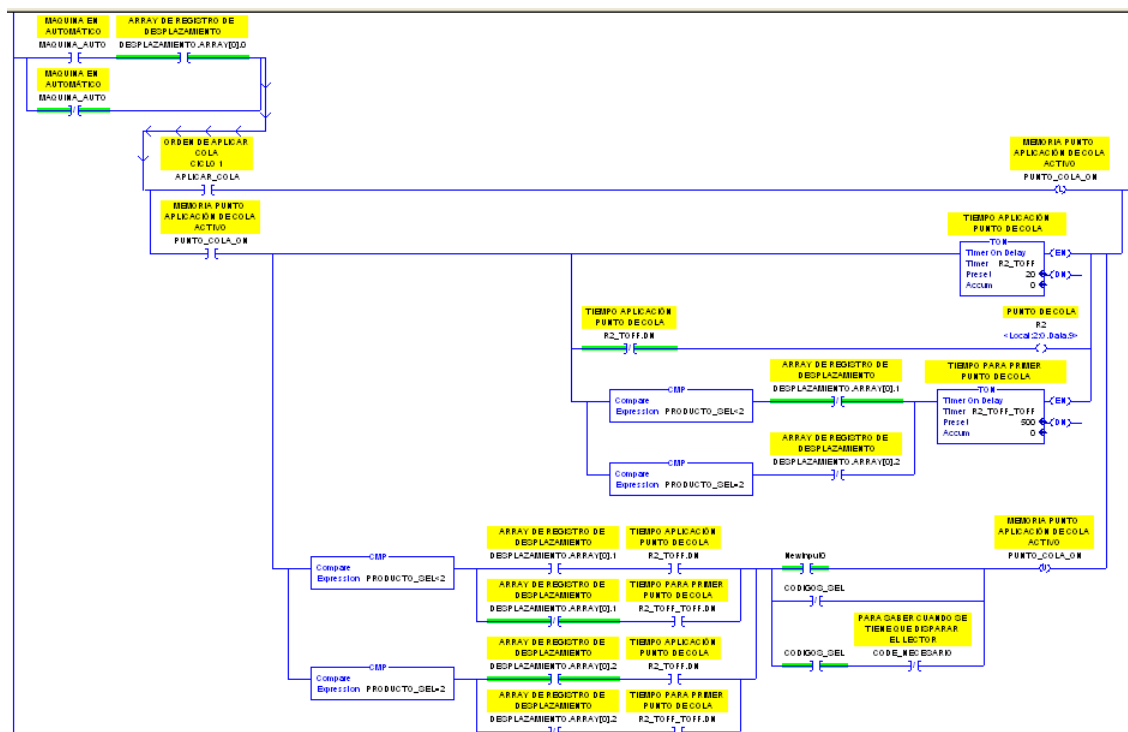


Figura D. 9: Paper en posició del punt de cola

Mitjançant l'esquema de contactes de la figura D.8 tenim representada la aplicació de punt de cola. Aquest s'efectua quan la màquina no està en automàtic i l'operari ho ordena des de la pantalla de comandaments, o quan està en automàtic sempre i quan el servomotor hagi efectuat un moviment i hi hagi un paper a la posició del capçal de punt de cola, esquema que està representat a la figura D.9.

Aquest té en compte un retard en cas de que no s'hagi d'aplicar targeta, per a que el sistema de punt de cola tingui temps suficient per haver acabat el procés abans el servomotor no iniciï el següent moviment.

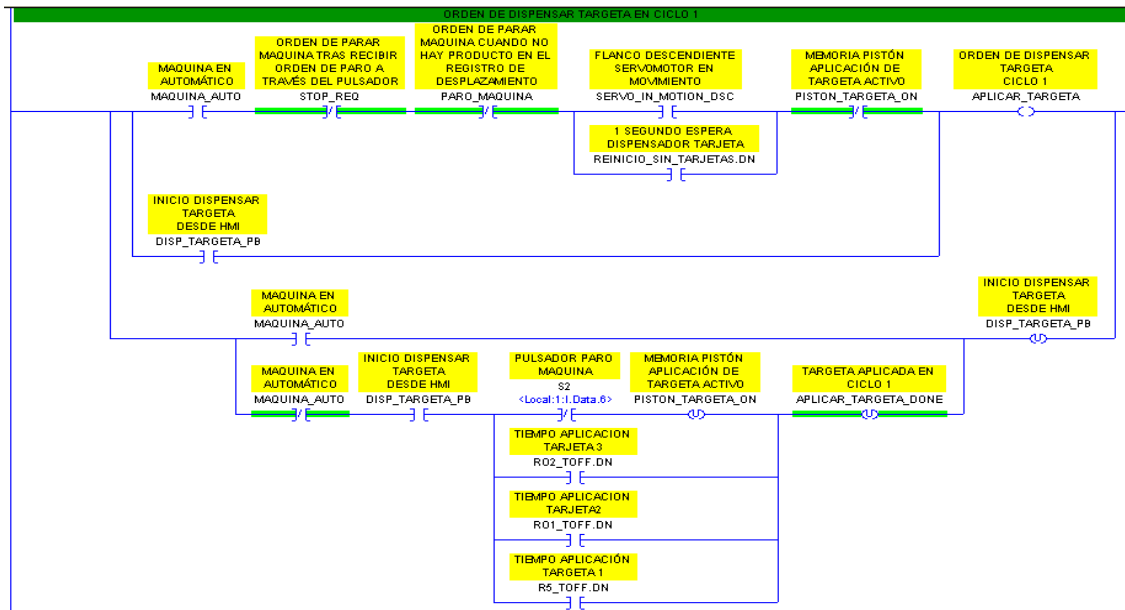


Figura D. 10: Ordre d'aplicar targeta

Tal i com es veu a la figura D.10 l'únic que controla la ordre d'aplicació de targeta és que hi hagi targetes al carregador corresponent i que el servomotor hagi acabat el seu moviment. També hi està controlada la opció d'aplicar targeta que trobem a la pantalla del quadre de comandaments.

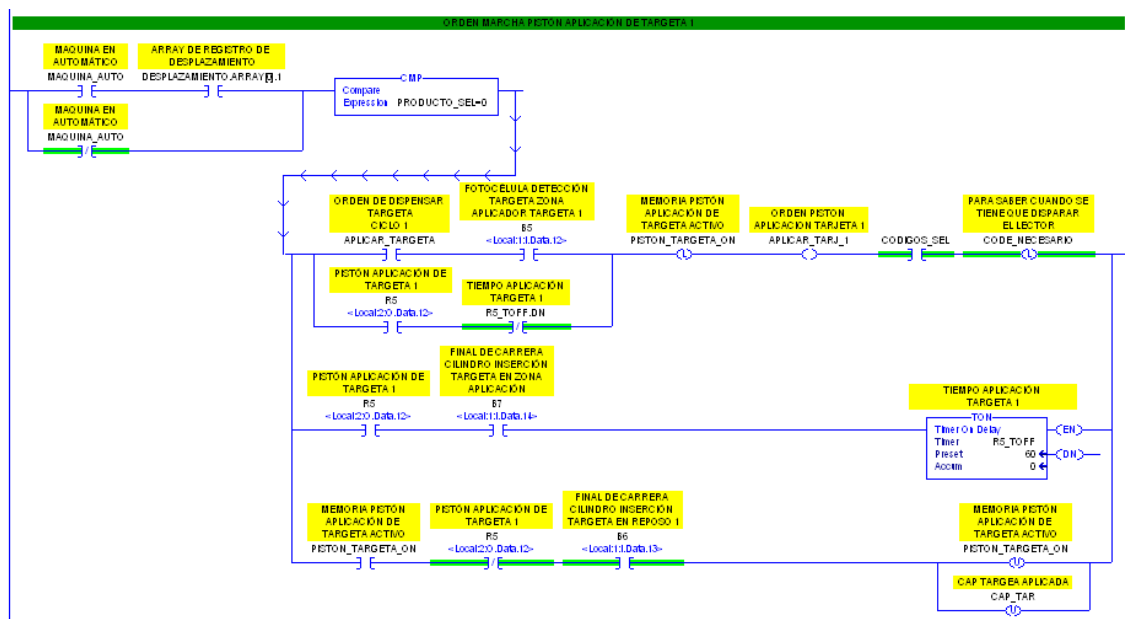


Figura D. 11: Aplicació de targeta en primer rail

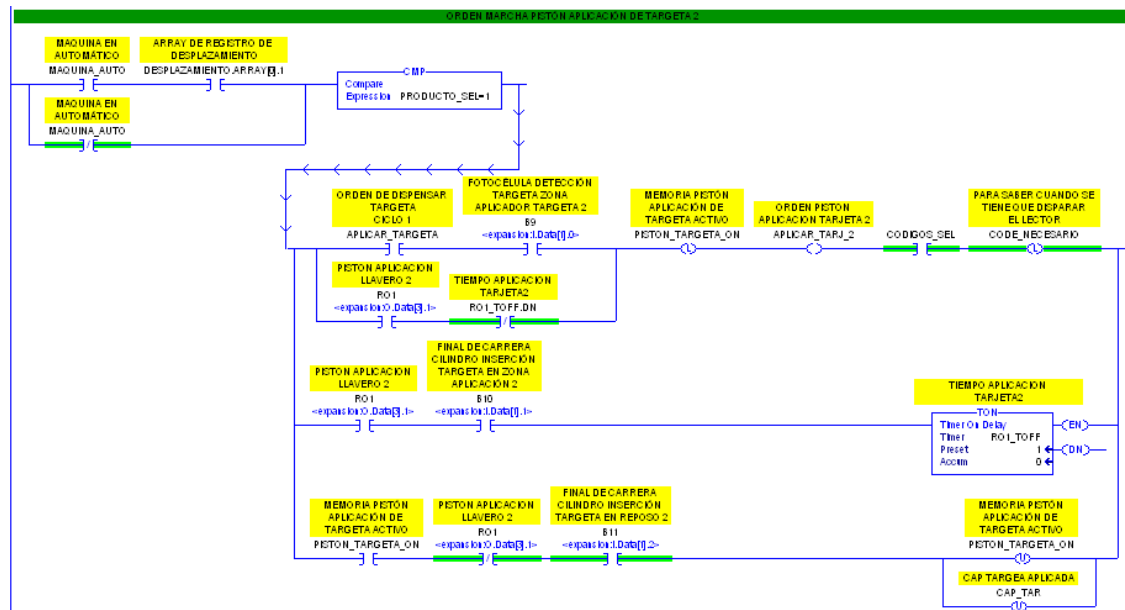


Figura D. 12: Aplicació de targeta en segon rail

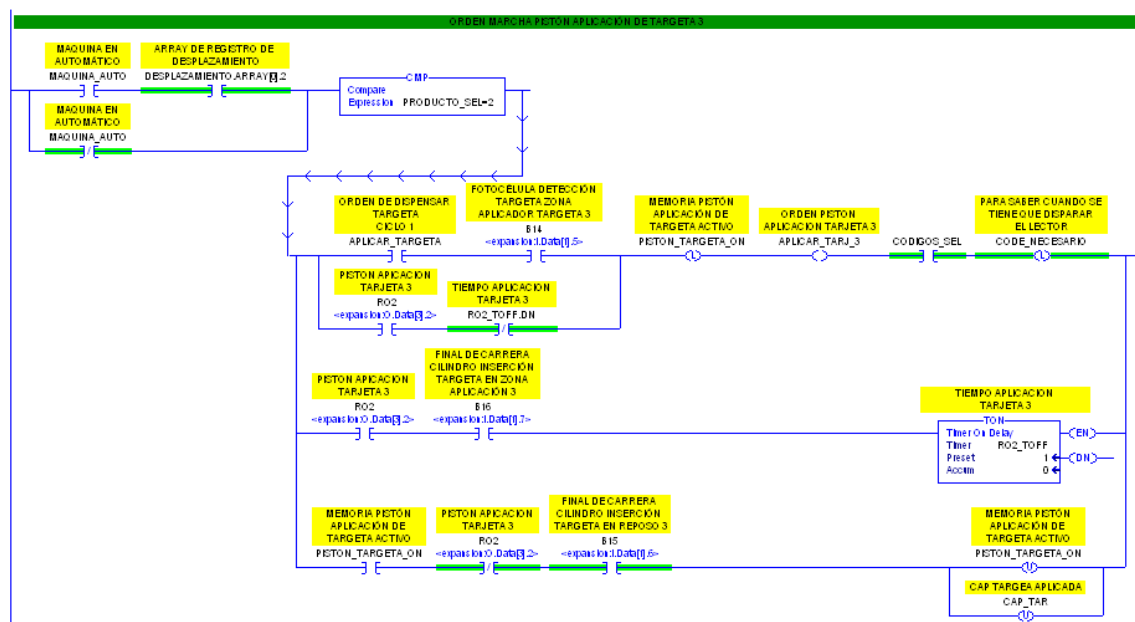


Figura D. 13: Aplicació de targeta en tercer rail

Tal i com es veu en les figures D.11, D.12 i D.13, l'aplicació de la targeta depèn de que estigui activa la ordre de la figura D.10 i de que els sensors corresponents als diferents rails, indiquin que el dispensador està preparat per a la aplicació. Per diferenciar els tres rails s'utilitza la variable "PRODUCTO_SEL" que és la variable a la que s'assigna valor des de la pantalla de configuracions.

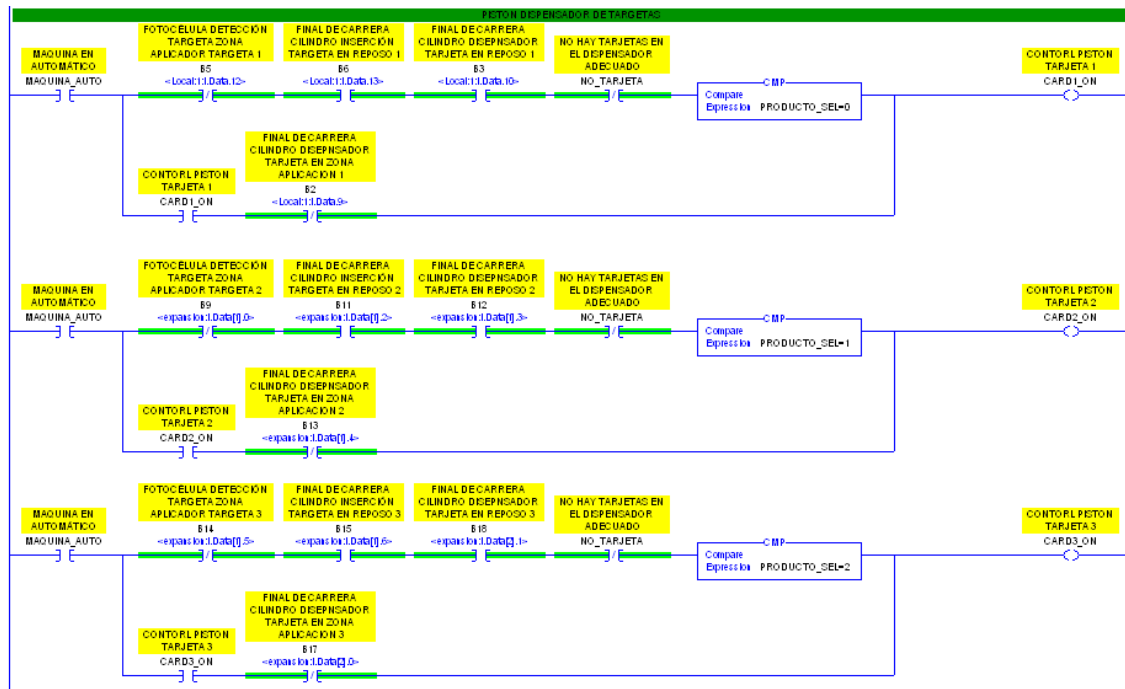


Figura D. 14: Odre de dispensar targeta

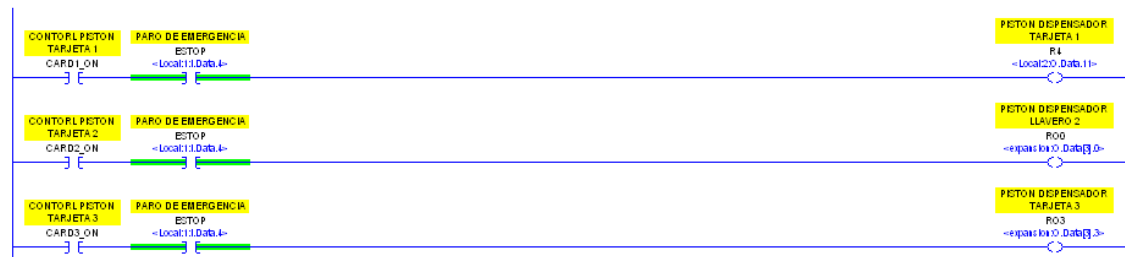


Figura D. 15: Aplicació de targeta

Mitjançant els esquemes de contactes de les figures D.14 i D.15 podem veure les ordres que es donen per dispensar les targetes en funció del tipus de producte seleccionat i sempre tenint en compte que la màquina estigui en automàtic.

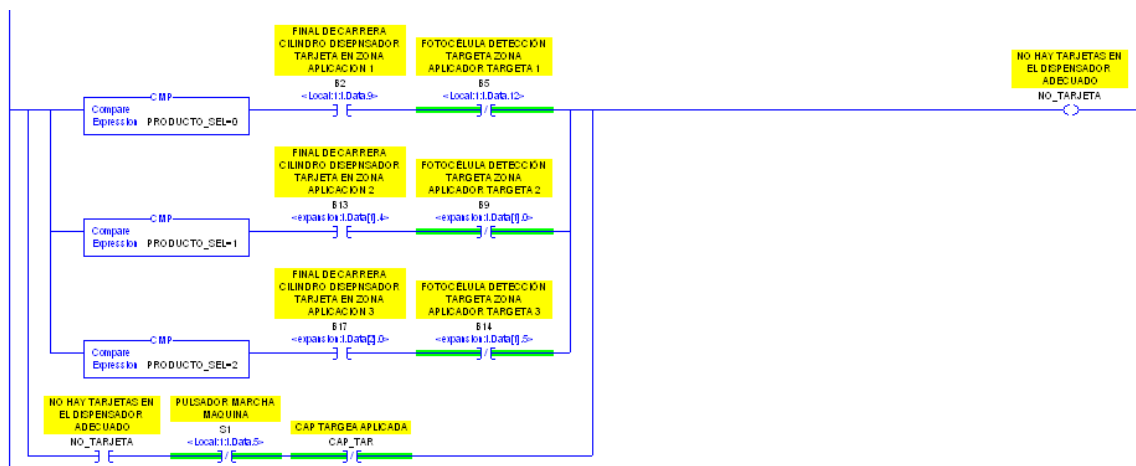


Figura D. 16: Parada per falta de targetes

A la figura D.16 es pot veure com es controla el error de parada per falta de targetes. Aquest succeeix quan el pistó dispensador de targetes arriba al final de carrera i el sensor de targeta posicionada no detecta cap targeta.

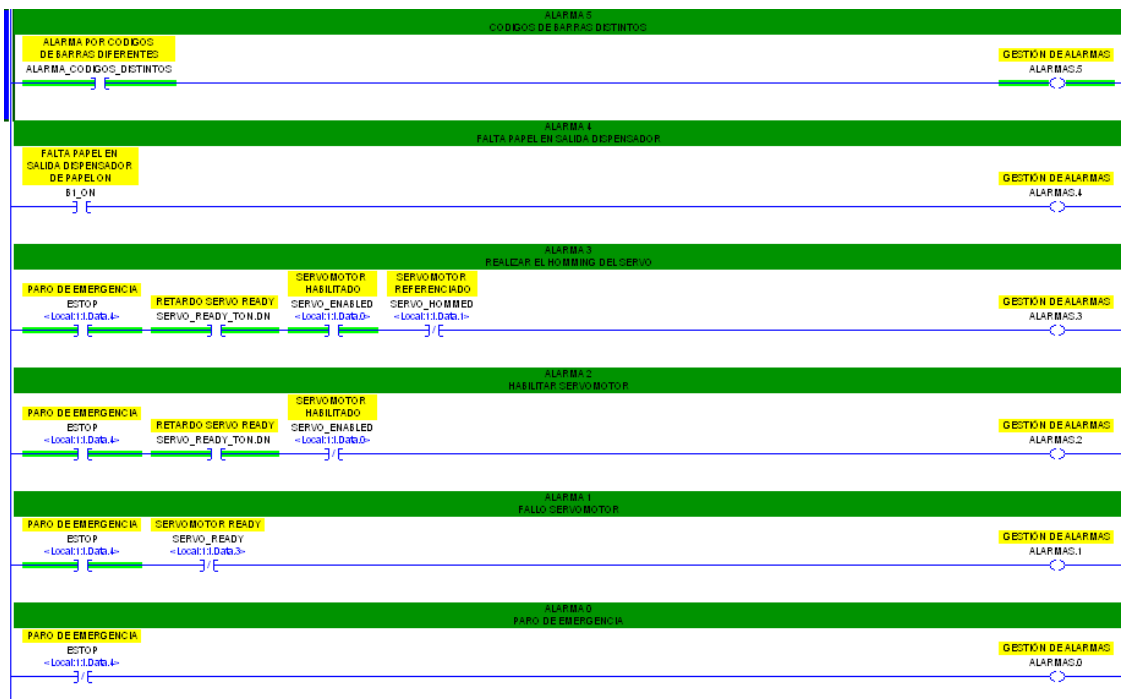


Figura D. 17: Parada per falta de targetes

A la figura D.17 podem veure la gestió de les diferents alarmes que salten a la pantalla i posen el sistema en pausa en cas de que hi hagi qualsevol error.

